

**DIRETRIZES E
ANÁLISES
RECOMENDADAS
PARA A
CONSISTÊNCIA DE
DADOS
PLUVIOMÉTRICOS**

República Federativa do Brasil

Dilma Vana Rousseff
Presidenta

Ministério do Meio Ambiente (MMA)

Izabella Mônica Vieira Teixeira
Ministra

Agência Nacional de Águas (ANA)

Diretoria Colegiada

Vicente Andreu Guillo (Diretor-Presidente)
Dalvino Troccoli Franca
Paulo Lopes Varella Neto
João Gilberto Lotufo Conejo
Paulo Rodrigues Vieira

Superintendência de Gestão da Rede Hidrometeorológica – SGH

Valdemar Santos Guimarães
Superintendente

Agência Nacional de Águas
Ministério do Meio Ambiente

**DIRETRIZES E
ANÁLISES
RECOMENDADAS
PARA A
CONSISTÊNCIA DE
DADOS
PLUVIOMÉTRICOS**

VERSÃO JANEIRO 2012

*SUPERINTENDÊNCIA DE GESTÃO DA REDE HIDROMETEOROLÓGICA (SGH)
BRASÍLIA-DF, 2012*

© 2011 Agência Nacional de Águas (ANA).

Setor Policial Sul, Área 5, Quadra 3, Blocos “B”, “L”, “M” e “T”.

CEP: 70610-200, Brasília — DF

PABX: (61) 2109-5400 / (61) 2109-5252

Endereço eletrônico: www.ana.gov.br

Equipe editorial

Superintendência de Gestão da Rede Hidrometeorológica – SGH

Valdemar Santos Guimarães – Superintendente

Manfredo Pires Cardoso – Superintendente Adjunto

Gerência de Dados e Informações Hidrometeorológicas – GEINF

Walszon Terlizzie Araújo Lopes – Gerente

Elaboração

Marcos Airton de Souza Freitas, Márcio Tavares Nóbrega

Revisão

Leny Simone Tavares Mendonça

Todos os direitos reservados. É permitida a reprodução de dados e informações contidos nesta publicação, desde que citada a fonte.

A265d Agência Nacional de Águas (Brasil).

Diretrizes e análises recomendadas para a consistência de dados pluviométricos / Agência Nacional de Águas; Superintendência de Gestão da Rede Hidrometeorológica. -- Brasília: ANA, SGH, 2011.

18p.: il.

1. dados pluviométricos, diretrizes 2. dados hidrológicos, consistência

I. Agência Nacional de Águas (ANA) II. Título

CDU 556.04(81)

Sumário

1	Apresentação	4
2	Introdução	4
3	Procedimentos para a elaboração do Relatório de Consistência de Dados Pluviométricos	5
3.1	Capa.....	5
3.2	Contracapa.....	5
3.3	Conteúdo:.....	5
3.4	Como entrar em contato com a ANA.....	5
3.5	Forma de Envio do Relatório de Consistência.....	6
4	Referências para Consulta	6
5	Análises Recomendadas e Conteúdo Mínimo do Relatório	7
5.1	Descrição do objetodo de estudo de consistência (número das estações, códigos, nomes, localização).....	7
5.2	Descrição geral da bacia, relatando informações sobre tipo e uso do solo, vegetação, relevo, hidrografia, geologia, características das precipitações, etc.	7
5.3	Descrição da metodologia para análise de consistência dos totais pluviométricos.	7
5.4	Descrição dos parâmetros e testes estatísticos empregados na análise de consistência.	7
5.5	Descrição da metodologia para complementação e preenchimento de séries de totais pluviométricos.....	7
5.6	Descrição da metodologia para compatibilização dos dados diários aos totais mensais e destes aos totais anuais.....	7
5.7	Ferramentas computacionais e referências bibliográficas utilizadas para realizar a análise de consistência.....	7
5.8	Informações que devem constar em anexo aos relatórios de consistência:	7
6	Ferramentas e Exemplos de Relatórios	9
7	Métodos de Consistência de Dados Pluviométricos	10
8	Recomendações finais	14
9	Bibliografia	14

1 Apresentação

A Resolução Conjunta ANEEL/ANA nº 03, de 10 de agosto de 2010, publicada em 20 de outubro de 2010, estabelece as condições e os procedimentos a serem observados pelos concessionários e autorizados de geração de energia hidrelétrica para a instalação, operação e manutenção de estações hidrométricas visando ao monitoramento pluviométrico, limnimétrico, fluviométrico, sedimentométrico e de qualidade da água associado a **aproveitamentos hidrelétricos**.

A ANA, com tal Resolução, assume a função de orientar os agentes do setor elétrico sobre os procedimentos de coleta, tratamento e armazenamento dos dados hidrométricos objetos do normativo, bem como sobre a forma de envio dessas informações em formato compatível com o Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH), o que permitirá a difusão dos dados em “tempo real” oriundos do monitoramento hidrológico realizado pelos agentes do setor elétrico.

2 Introdução

Todos os concessionários ou autorizados de geração de energia hidrelétrica deverão enviar à ANA o relatório de consistência de dados gerados no ano anterior, conforme as orientações detalhadas nestas Diretrizes e Análises Recomendadas para a Consistência de Dados Pluviométricos. O artigo 6º da Resolução Conjunta estabelece a norma para envio dos mesmos.

Art. 6º Os concessionários ou autorizados deverão encaminhar à ANA, até o dia 30 de abril de cada ano, relatório de consistência dos dados gerados no ano anterior, no modelo indicado pela ANA no seu endereço virtual, incluindo os dados pluviométricos, limnimétricos, fluviométricos, sedimentométricos e de qualidade da água, bem como as curvas de descarga líquida e sólida atualizadas.

Apresentam-se documento elementos que devem constar nos trabalhos de consistência de dados pluviométricos a serem apresentados à ANA. São citados, ainda análises e metodologias aceitas como de boa prática na Engenharia Hidrológica, recomendadas para a etapa de consistência de dados pluviométricos, e para atendimento da Resolução Conjunta ANA ANEEL nº 3, de 10 de agosto de 2010.

Em particular, as diretrizes abordadas aqui tem o sentido de orientar os agentes do setor elétrico no atendimento de suas obrigações relacionadas à Resolução Conjunta ANA ANEEL nº 3/2010.

3 Procedimentos para a elaboração do Relatório de Consistência de Dados Pluviométricos

O Relatório de Consistência de Dados Pluviométricos a ser apresentado anualmente à ANA deverá conter:

3.1 Capa

- Identificar o nome do agente autorizado ou concessionário, na parte superior da página;
- O nome do aproveitamento hidrelétrico sob sua responsabilidade (PCH ou UHE, mais o respectivo nome) em linha aparte;
- O título “**Relatório de Consistência de Dados Pluviométricos do Exercício 201x em Atendimento à Resolução Conjunta nº 03/2010**”, centralizado na página;
- Nome da empresa ou do técnico competente que elaborou o relatório,
- Local e data do estudo, em linhas consecutivas, no extremo inferior da capa.

3.2 Contracapa

Sumário e a lista de anexos (mapas, croquis, tabelas).

3.3 Conteúdo:

Apresentação do projeto com os itens detalhados nestas Orientações.

3.4 Como entrar em contato com a ANA

Os contatos e informações referentes à Resolução Conjunta ANA ANEEL nº 3/2010 podem ser obtidos nos Endereços que se seguem:

Endereço:

Agência Nacional de Águas (ANA)
Superintendência de Gestão da Rede Hidrometeorológica (SGH)
Setor Policial, Área 5, Quadra 3, Bloco L
Brasília – DF, Brasil.
CEP 70610-200

Na Internet:

Para o correio eletrônico resolucaoconjunta3@ana.gov.br (casos específicos das estações hidrológicas objeto da Resolução Conjunta ANA ANEEL nº 3/2010) e para sgh@ana.gov.br quando se tratar dos demais assuntos sobre a Rede Hidrometeorológica da ANA.

3.5 Forma de Envio do Relatório de Consistência

O Relatório de Consistência de Dados Pluviométricos deve ser enviado, **apenas em formato digital**, mídia eletrônica (CD).

Agência Nacional de Águas (ANA)
Valdemar Santos Guimarães
Superintendente
Superintendência de Gestão da Rede Hidrometeorológica (SGH)
Setor Policial, Área 5, Quadra 3, Bloco L
Brasília – DF, Brasil.
CEP 70610-200

O conteúdo a ser apresentado, em CD, deve seguir, no mínimo a itemização a seguir descrita, nos tópicos a seguir:

4 Referências para Consulta

As análises e diretrizes recomendadas, sem prejuízo da foram baseadas, principalmente, nos seguintes documentos:

- WMO – World Meteorological Organization, 2008: *Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observations*, WMO-Nº 8, Seventh edition, Geneva.
- BRASIL. Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica – DNAEE. Divisão de Controle de Recursos Hídricos. *Sistemática para Análise de Consistência e Homogeneização de Dados Pluviométricos*, 1984. Brasília – DF.
- WMO – World Meteorological Organization, 1989a: *Catalogue of National Standard Precipitation Gauges* (B. Sevruk and S. Klemm). Instruments and Observing Methods Report Nº 39, WMO/TD-Nº313, Geneva.
- WMO – World Meteorological Organization, 1989b: *International Workshop on Precipitation Measurements* (B. Sevruk, ed.) (St Moritz, Switzerland, 3-7 December 1989). Instruments and Observing Methods Report Nº 48, WMO/TD-Nº328, Geneva.
- WMO – World Meteorological Organization, 1998: *WMO Solid Precipitation Measurement Intercomparison: Final Report* (B. E. Goodison, P.Y.T. Louie and D. Yang) Instruments and Observing Methods Report Nº 67, WMO/TD-Nº 872, Geneva.

5 Análises Recomendadas e Conteúdo Mínimo do Relatório

Foram definidos os seguintes itens que devem ser abordados e explicitados nos relatórios de consistência de dados pluviométricos:

5.1 Descrição do objeto de estudo de consistência (número das estações, códigos, nomes, localização).

5.2 Descrição geral da bacia, relatando informações sobre tipo e uso do solo, vegetação, relevo, hidrografia, geologia, características das precipitações, etc.

5.3 Descrição da metodologia para análise de consistência dos totais pluviométricos.

5.4 Descrição dos parâmetros e testes estatísticos empregados na análise de consistência.

5.5 Descrição da metodologia para complementação e preenchimento de séries de totais pluviométricos.

5.6 Descrição da metodologia para compatibilização dos dados diários aos totais mensais e destes aos totais anuais.

5.7 Ferramentas computacionais e referências bibliográficas utilizadas para realizar a análise de consistência.

5.8 Informações que devem constar em anexo aos relatórios de consistência:

5.8.1 Todos os materiais e arquivos em meio digital que tenham sido elaborados ou consultados para realizar a análise de consistência, incluindo:

5.8.1.1 Mapas da bacia ou sub-bacias

5.8.1.2 Mapa com localização das estações

5.8.1.3 Mapa com isoietas médias anuais

5.8.1.4 Diagrama de barra com a disponibilidade de dados pluviométricos.

5.8.2 Gráficos e/ou tabelas que apresentem o resultado da análise global de precipitações das estações em cada bacia hidrográfica, dentre eles:

- 5.8.2.1 Gráfico de Precipitações Médias Diárias Brutas Versus Tempo.
- 5.8.2.2 Gráfico de Precipitações Médias Diárias Consolidadas Versus Tempo.
- 5.8.2.3 Gráfico de Precipitações Médias Diárias Consolidadas e Precipitações Médias Diárias Brutas Versus Tempo.
- 5.8.2.4 Gráfico da Distribuição Sazonal das Precipitações Médias Mensais para os postos de cada região homogênea.
- 5.8.2.5 Planilha eletrônica com as Séries Finais dos Totais Precipitados Mensais dos Postos Pluviométricos Consistidos e Complementados.
- 5.8.2.6 Tabela com os Parâmetros Estatísticos (média, máximo, mínimo, desvio-padrão, coeficiente de variação) das Séries Mensais e Anuais.
- 5.8.2.7 Curvas Duplo-Acumulativas ou Curvas de Dupla Massa, no caso de adoção desse método de consistência.

Ao longo do relatório de consistência de dados pluviométricos devem ser apresentadas observações ou comentários sobre as análises realizadas para cada uma das estações cujos dados sofreram consistência.

6 Ferramentas e Exemplos de Relatórios

Com o intento de auxiliar os executores dos trabalhos de consistência pluviométrica, a ANA/SGH disponibiliza as seguintes ferramentas computacionais:

- Sistema para Gerenciamento de Dados Hidrológicos – Hidro 1.2 (<http://hidroweb.ana.gov.br/HidroWeb.asp?TocItem=6010#hidro108>);
- Programa de Homogeneização de Dados Pluviométricos – HIDRO PLU (UFV-ANA-ANEEL), disponível no **Anexo I** deste documento.

O programa Hidro-Plu baseia-se na formulação matemática desenvolvida por Holanda & Oliveira (1979), com o objetivo de auxiliar na análise de consistência de dados pluviométricos. O programa visa, em princípio, a análise e consistência dos totais pluviométricos mensais ou anuais da série de observações realizadas.

A utilização do Hidro-Plu facilita o processo de consistência dos registros pluviométricos, porém é necessário apresentar no relatório de consistência os parâmetros de utilização do modelo de correlação do modelo matemático. Em particular, devem ser apresentadas as distâncias limites e as estações utilizadas, tanto principais como auxiliares, além dos critérios para seleção destas estações.

No **Anexo II** desta publicação encontra-se alguns exemplos de relatórios de consistências de dados pluviométricos contratados pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS, que foram objeto de acompanhamento pela ANA. São eles:

- a) ONS – Relatório de Análise dos Dados Pluviométricos da Bacia do rio Paraíba do Sul e Ribeirão das Lajes, Contrato nº GPD-CT-185/06-2, Consórcio Enerconsult-Hidrosistem-Internave, Janeiro de 2008.
- b) ONS – Estudos de Consistência e Reconstituição de Séries de Vazões Naturais nas bacias dos rios Parnaíba, Jequitinhonha e Doce, Relatório Final, vol. I, 2008.
- c) ONS – Estudos de Consistência e Reconstituição de Séries de Vazões Naturais na Bacia do Rio Paranapanema, Contrato ONS DPP Nº 040/2003 - Bacia do Rio Paranapanema, Relatório Final, LACTEC, CEHPAR, 2003.
- d) ONS – Consistência de Vazões Naturais na Bacia do Rio Grande – Relatório de Análise dos Dados Pluviométricos, HICON Engenharia Ltda.

7 Métodos de Consistência de Dados Pluviométricos

A análise de consistência dos dados pluviométricos deve ter como objetivo a identificação e correção de erros, bem como o preenchimento de falhas das séries pluviométricas. A condição espacial da precipitação sugere sempre a necessidade de analisar os dados de conjuntos de estações de medição pluviométricas próximas para permitir o preenchimento de lacunas nos registros ou a substituição de dados observados e considerados errôneos.

Assim, deve-se lançar mão de estações situadas em bacias ou regiões vizinhas (Irani dos Santos *et al.*, 2001) numa análise de registros pluviométricos. A análise dos dados precipitação é muito mais fácil e confiável, se as mesmas estações e os critérios de locação são usados ao longo das redes. Essa característica deve ser mesmo levada em consideração na concepção de redes (WMO, 2008).

Adicionalmente, é importante que o analista obtenha, da equipe encarregada da operação da Rede, informações sobre todas as irregularidades encontradas, de modo a melhorar a qualidade desses dados.

É desejável que o analista tenha conhecimento do regime climático, do sistema de circulação geral e demais processos geradores das chuvas, da orografia, da existência de microclimas e demais fatores que possam influenciar na ocorrência das chuvas na região em estudo. Em muitas ocasiões, totais pluviométricos bastante diferenciados entre estações próximas podem ser explicados por diferenças de altitude, pela localização das estações a barlavento ou sotavento, pela ocorrência de chuvas convectivas etc. A qualidade do observador e a existência de aparelhos registradores são as variáveis mais importantes para decidir pela substituição ou não de um dado duvidoso (BRASIL, 1984; Tucci, 2001; Irani dos Santos *et al.*, 2001).

Na análise preliminar, inicialmente, devem ser verificadas irregularidades na recepção dos dados pelos equipamentos, em seguida deve se proceder à avaliação dos dados diários e dos totais mensais, comparando-os com os das estações de apoio.

As estações a serem analisadas devem ser selecionadas e separadas em dois grupos: estações principais e estações secundárias. As estações principais são os locais a partir de cujos registros os resultados do estudo hidrológico em questão são obtidos e são identificadas a partir de algumas características consideradas básicas, como: localização adequada na bacia para os propósitos do estudo; grande extensão do período de observação (em geral, maior ou igual a 25 anos); poucos períodos de interrupção; presumivelmente bem operada com pouca ou nenhuma alteração na instalação (BRASIL, 1984; Tucci, 2001; Irani dos Santos *et al.*, 2001).

As estações secundárias têm como finalidade principal verificar a existência de erros de observação ou transcrição nos dados das estações principais. Entretanto, em função dos resultados da análise de consistência, poderá uma estação secundária ser levada à condição de principal pela qualidade dos seus registros e das suas condições naturais. De uma forma geral,

as estações secundárias ou de apoio, devem ser selecionadas tendo como base, dentre outros, os seguintes aspectos: maiores coeficientes de correlação (no mínimo igual a 0,8); menores distâncias entre as estações (quando possível, distâncias máximas de 200 km); períodos de dados coincidentes; e altitudes semelhantes entre as estações.

Uma primeira etapa da análise de consistência é a da determinação de regiões homogêneas quanto à pluviosidade. Dentre as diversas técnicas empregadas podem ser citadas: análise de componentes principais; análise de agrupamento (*cluster analysis*); análise hierárquica, dentre outras (Bouroche & Saporte, 1980; Everitt, 1974; Braga & Targino, 1996; Ward, 1963).

Segundo Bertoni & Tucci (2001), o “*objetivo de um posto de medição de chuvas é o de obter uma série ininterrupta de precipitações ao longo dos anos (ou o estudo da variação das intensidades de chuva ao longo das tormentas)*”. Em qualquer caso, pode ocorrer a existência de períodos sem informações ou com falhas nas observações, devido a problemas com os aparelhos de registro e/ou com o operador do posto. Os dados coletados devem ser submetidos a uma análise antes de serem utilizados.

A seguir, são enumerados alguns métodos para correção e homogeneização de dados pluviométricos:

a) Método da ponderação regional (preenchimento de falhas)

O método da ponderação regional é, segundo Bertoni & Tucci (2001), um método simplificado normalmente utilizado para o preenchimento de séries mensais ou anuais de precipitações, visando à homogeneização do período de informações e à análise estatística das precipitações. Para um grupo de postos, devem ser selecionados pelo menos três que possuam, no mínimo, dez anos de dados. Os postos vizinhos devem ter estar numa região climatológica semelhante ao posto a ser preenchido. O preenchimento efetuado por esta metodologia é simples e apresenta algumas limitações, quando cada valor é visto isoladamente. Para o preenchimento de valores diários de precipitação não se deve utilizar esta metodologia, pois os resultados podem ser muito ruins. Normalmente, valores diários são de difícil preenchimento devido à grande variação espacial e temporal da precipitação para os eventos de frequências médias e pequenas (Bertoni & Tucci, 2001).

b) Método da regressão linear (preenchimento de falhas)

O método de regressão linear consiste em utilizar regressões lineares simples ou múltiplas para o preenchimento de falhas. Na regressão linear simples, as precipitações do posto com falhas e de um posto vizinho são correlacionadas. Na regressão linear múltipla as informações pluviométricas do posto com falhas são correlacionadas com as correspondentes observações de vários postos vizinhos (Bertoni & Tucci, 2001).

c) Método de redes neurais artificiais (preenchimento de falhas)

Assim como no método de regressão linear, o emprego de redes neurais artificiais pode também ser útil no preenchimento de falhas e análise de séries pluviométricas (Freitas, 1998; Billib & Freitas, 1996; Freitas, 2010).

d) Método da dupla massa (análise de consistência)

O método da dupla massa, desenvolvido pelo Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS, 1966), é um método de prática mais comum adotado no Brasil, sendo válido apenas para séries mensais e anuais. A metodologia consiste em selecionar os postos de uma região, acumular para cada um deles os valores mensais, se for o caso, e plotar num gráfico cartesiano os valores acumulados correspondentes ao posto a validar (nas ordenadas) e de um outro posto confiável adotado como base de comparação (nas abscissas). Por esse método é possível identificar erros sistemáticos (mudança de declividade ou tendência), erros de transcrição ou postos sujeitos a diferentes regimes pluviométricos.

e) Método do Vetor Regional (preenchimento de falhas e análises de consistências)

O método do Vetor Regional foi desenvolvido por Hiez (1977 e 1978), aplicado à chuva (Hiez & Rancan, 1983) e constitui uma forma de realizar análise de consistências e preenchimentos de falhas de dados pluviométricos em níveis mensal e anual.

O vetor regional é definido como “uma série cronológica, sintética, de índices pluviométricos anuais (ou mensais), oriundos da extração por um método de máxima verossimilhança da informação contida nos dados de um conjunto de estações agrupadas regionalmente”. O método consiste na determinação de dois vetores $\{L\}$ (vetor coluna com n linhas, ou seja, n observações) e $\{C\}$ (vetor linha com m colunas, ou seja, m postos), cuja multiplicação resulta numa aproximação da matriz de precipitações $[Pe]$. O vetor $\{L\}$ contém índices que são únicos para toda a região e estão relacionados às alturas precipitadas em cada posto por meio dos coeficientes contidos no vetor $\{C\}$.

A análise visual de um gráfico mostrando os erros simples ou acumulados em função do tempo permite detectar erros sistemáticos, erros grosseiros ou anomalias climáticas locais e estimar valores para o preenchimento de falhas nas observações (Pante *et al.*, 2004).

A despeito do tratamento dos dados em nível anual, considerando-se sua menor variabilidade, em comparação com as séries mensais, das seqüências de precipitações totais anuais, tais

séries constituem um ótimo referencial para detecção de prováveis inconsistências. A plotagem da dupla acumulação do Vetor Regional com qualquer uma das séries utilizadas na sua estimativa pode fornecer configurações típicas que possibilitam a visualização de desvios isolados, sistemáticos ou complexos (BRASIL, 1984; Tucci, 2001; Irani dos Santos *et al.*, 2001).

Estas anomalias podem ser eliminadas quando ocorrem isoladamente; porém, em alguns casos o efeito combinado de desvios de múltipla natureza desestabiliza a curva dupla acumulativa de forma complexa, originando configurações de difícil correção. As correções a serem efetuadas podem ser facilmente percebidas analisando a curva dupla acumulativa da série em tratamento com sua correspondente base regional, e observando-se a ordem de grandeza dos desvios absolutos e relativos entre a série anual e a série sintética obtida com o vetor regional. Os valores a serem corrigidos têm desvios claramente acima da média dominante. As falhas anuais, por sua vez, são opcionalmente preenchidas pelo valor sintético correspondente (BRASIL, 1984; Tucci, 2001; Irani dos Santos *et al.*, 2001).

Em relação ao tratamento de dados pluviométricos em nível mensal observa-se uma dificuldade adicional, posto que os desvios mensais não seguem, em geral, uma distribuição de probabilidades de tipo normal. Assim, adota-se, apenas, a compatibilização da série mensal consolidada com sua correspondente anual.

Além da simplicidade, o procedimento descrito apresenta a vantagem de corrigir principalmente os meses com maior número de dias chuvosos, o que é coerente com a idéia de proporcionalidade entre o número de leituras efetuadas pelo operador ao longo do mês e a probabilidade de leituras errôneas. No caso de meses sem nenhuma informação, seus totais poderão ser preenchidos pelos valores calculados com base no Vetor Regional mensal. Tais valores são totalizados anualmente, calculando-se, em seguida, o percentual de contribuição de cada um destes sobre esta soma (BRASIL, 1984; Tucci, 2001; Irani dos Santos *et al.*, 2001).

Por fim, chega-se ao tratamento dos dados pluviométricos em nível diário. Nesta etapa, dispõe-se de séries anuais e mensais já corrigidas e compatíveis entre si; porém, incompatíveis, pelo menos nos anos com valores validados, com a série histórica diária. Para tais anos processa-se a correção dos valores diários correspondentes aos meses consolidados de maneira semelhante à desagregação descrita em nível mensal: os percentuais de cada um dos dias de um dado mês validado sobre o correspondente valor histórico mensal são calculados e utilizados para desagregação do valor validado mensal.

Decorre desse procedimento que as correções efetuadas serão proporcionais à ordem de grandeza da chuva diária, e, conseqüentemente, à distribuição de ocorrência de dias chuvosos no mês é preservada. O preenchimento de falhas em nível diário constitui ainda um campo aberto à pesquisa. Assim, na grande maioria dos casos, opta-se por não proceder ao preenchimento diário. Uma vez, contudo, efetivada a análise de consistência em nível mensal, torna-se, muitas vezes, necessária a compatibilização dos totais mensais com os dados diários correspondentes.

8 Recomendações finais

A incorporação de dados pluviométricos deve atender o critério de confiabilidade, considerando a sua importância no planejamento e na gestão de recursos hídricos.

Dessa forma a atenção aos procedimentos metodológicos a serem seguidos, com a clara expressão dos procedimentos adotados nos relatórios de consistência, além da apresentação de gráficos e mapas citados no presente documento, deve ser seguida de acordo.

9 Bibliografia

- [1] BERTONI, J. C. & TUCCI, C. E. M. Precipitação. In: Hidrologia: ciência e aplicação, Org. Carlos E. M. Tucci, 2ª ed., 2. reimpr., Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS: ABRH, 2001.
- [2] BILLIB, M. H. A. & Freitas, M. A. S.: 1996: Drought Forecasting and Management for Northeast-Brazil by Statistics, Neuro-fuzzy Systems Analysis and Stochastic Simulation. In: Conference on Water Resources & Environment Research: towards the 21st Century, 1996, Kyoto. Symposium Sustainability of Water Resources Under Increasing Uncertainty. Kyoto: IAHS Publication.
- [3] BRAGA, C.C. & TARGINO, A.C.L. 1996. Simulação e Consistência de Séries Temporais de Precipitação para o Estado de Pernambuco. IX Congresso Brasileiro de Meteorologia, Campos do Jordão, SP, Anais, vol. 1, 312-315.
- [4] BOUROCHE, J.M. & SAPORTE, G., 1980: L'Analyse des Donnés. Presses Universitaire France, 127p.
- [5] BRASIL. Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica – DNAEE. Divisão de Controle de Recursos Hídricos. Manual para Serviços de Hidrometria. São Paulo, 1977, 95p.
- [6] BRASIL. Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica – DNAEE. Divisão de Controle de Recursos Hídricos. Sistemática para Análise de Consistência e Homogeneização de Dados Pluviométricos, 1984. Brasília – DF.
- [7] EVERITT, B. 1974: Cluster Analysis. Heinemann Educational Books, London, 135p.
- [8] FREITAS, M. A. S. Neurocomputação Aplicada, Ed. Gráfica UFPI, 1ª ed., Teresina, 1998, 60p.
- [9] FREITAS, M. A. S. Que Venha a Seca: modelos para a gestão de recursos hídricos em regiões semiáridas. Ed. CBJE, 1ª ed., Rio de Janeiro, 2010, 413p.
- [10] HIEZ, G. L'homogénéité des données pluviométriques. Cahiers ORSTOM. Série Hydrologie. Paris, 1977, v.14, n.2, p.129-172.
- [11] HIEZ, G. Processamento dos dados pluviométricos do nordeste: homogeneização dos dados – métodos do vetor regional. Recife: SUDENE, 1978.
- [12] HIEZ, G.L.G. & RANCAN, L. Aplicação do Método do Vetor Regional no Brasil, In: V Simpósio Brasileiro de Hidrologia e Recursos Hídricos, 1983, Blumenau, Anais... ABRH, vol. 3, p.205-227.
- [13] HOLANDA, C.V.M., OLIVEIRA, E. Programa para Homogeneização de Dados – PROHD. In: Simpósio de Hidrologia, 3, 1979, Brasília. Anais. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, p. 810-845, 1979, a qual consta no Manual do Hidro-Plu.

- [14] PANTE, A. R., NOBREGA, M.T. & FREITAS, M.A.S. Disponibilidade Hídrica Superficial nas bacias dos rios Poti e Longá. In.: Anais... VII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, São Luis – MA, 2004.
- [15] ONS – Relatório de Análise dos Dados Pluviométricos da Bacia do rio Paraíba do Sul e Ribeirão das Lajes, Contrato nº GPD-CT-185/06-2, Consórcio Enerconsult-Hidrosistem-Internave, Janeiro de 2008
- [16] ONS – Estudos de Consistência e Reconstituição de Séries de Vazões Naturais nas bacias dos rios Paraíba, Jequitinhonha e Doce, Relatório Final, vol. I, 2008.
- [17] ONS – Estudos de Consistência e Reconstituição de Séries de Vazões Naturais na Bacia do Rio Paranapanema, Contrato ONS DPP Nº 040/2003 - Bacia do Rio Paranapanema, Relatório Final, LACTEC, CEHPAR, 2003
- [18] ONS – Consistência de Vazões Naturais na Bacia do Rio Grande – Relatório de Análise dos Dados Pluviométricos, HICON Engenharia Ltda.
- [19] USGS, 1966: Double-Mass Curves. Manual of Hydrology: Part I. General Surface-Water Techniques, by James K. Searcy and Clayton H. Hardison, United States Department of the Interior.
- [20] TUCCI, C. E. M. Hidrologia: ciência e Aplicação / organizado por Carlos E. M. Tucci – 2ª Ed.; 2. Reimp. – Porto Alegre: Ed. Universidade / UFRGS: ABRH, 2001.
- [21] WARD, J.H. :1963: Hierarchical grouping to optimize an objective function. Journal of American Association, 58:236-244p.
- [22] WMO – World Meteorological Organization, 1982: Methods of Correction for Systematic Error in Point Precipitation Measurement for Operational Use (B. Sevruk). Operational Hydrology Report Nº 21, WMO-Nº 589, Geneva.
- [23] WMO – World Meteorological Organization, 1984: International Comparison of National Precipitation Gauges with a Reference Pit Gauge (B. Sevruk and W.R. Hamon). Instruments and Observing Methods Report Nº 17, WMO/TD-Nº 38, Geneva.
- [24] WMO – World Meteorological Organization, 1986: Papers Presented at the Workshop on the Correction of Precipitation Measurements (B. Sevruk, ed.) (Zurich, Switzerland, 1-3 April 1985). Instruments and Observation Methods Report Nº25, WMO/TD-Nº104, Geneva.
- [25] WMO – World Meteorological Organization, 1989a: Catalogue of National Standard Precipitation Gauges (B. Sevruk and S. Klemm). Instruments and Observing Methods Report Nº 39, WMO/TD-Nº313, Geneva.
- [26] WMO – World Meteorological Organization, 1989b: International Workshop on Precipitation Measurements (B. Sevruk, ed.) (St Moritz, Switzerland, 3-7 December 1989). Instruments and Observing Methods Report Nº 48, WMO/TD-Nº328, Geneva.
- [27] WMO – World Meteorological Organization, 1992: Snow Cover Measurements and Areal Assessment of Precipitation and Soil Moisture (B. Sevruk, ed.). Operational Hydrology Report Nº 35, WMO-Nº 749, Geneva.
- [28] WMO – World Meteorological Organization, 1998: WMO Solid Precipitation Measurement Intercomparison: Final Report (B. E. Goodison, P.Y.T. Louie and D. Yang) Instruments and Observing Methods Report Nº 67, WMO/TD-Nº 872, Geneva.
- [29] WMO – World Meteorological Organization, 2008: Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observations, WMO-Nº 8, Seventh edition, Geneva.



Ministério do
Meio Ambiente

