

ORIENTAÇÕES PARA 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

**ORIENTAÇÕES
PARA
CONSISTÊNCIA DE
DADOS
PLUVIOMÉTRICOS**

VERSÃO JULHO 2012

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

© 2012 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

Gerência de Dados e Informações Hidrometeorológicas – GEINF

Walszon Terllizzie Araújo Lopes – Gerente

Elaboração

Marcos Airton de Souza Freitas, Márcio Tavares Nóbrega

Revisão

Leny Simone Tavares Mendonça – Augusto Franco Malo da Silva Bragança

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

A265o Agência Nacional de Águas (Brasil).

Orientações para consistência de dados pluviométricos / Agência Nacional de Águas; Superintendência de Gestão da Rede Hidrometeorológica. -- Brasília: ANA, SGH, 2012.

21p.: il.

1. dados pluviométricos 2. dados hidrológicos 3. consistência de dados

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

CDU 556.04(81)

Sumário

1	Apresentação	4
2	Introdução	4
3	Procedimentos para Consistência de Dados Pluviométricos	5
3.1	Forma de Envio dos Estudos de Consistência	5
3.2	Como entrar em contato com a ANA.....	6
4	Referências para Consulta	7
5	Análises Recomendadas e Conteúdo Mínimo dos Estudos de Consistência Pluviométrica	8
5.1	Descrição do Estudo de Consistência.....	8
5.2	Descrição da Bacia Hidrográfica.....	8
5.3	Metodologia para Consistência dos Totais Pluviométricos.....	8
5.4	Parâmetros e Testes Estatísticos	8
5.5	Metodologia para Complementação de Séries	8
5.6	Metodologia para Compatibilização dos Dados Diários, Mensais e Anuais.....	8
5.7	Ferramentas Computacionais e Referências Bibliográficas	8
5.8	Anexos	8
6	Ferramentas e Exemplos de Relatórios	10
7	Métodos de Consistência de Dados Pluviométricos	12
8	Anexos Auxiliares às Diretrizes	16
9	Recomendações Finais	16
10	Bibliografia	17

1 Apresentação

A Resolução Conjunta ANA ANEEL 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 Orientações 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 citadas análises e metodologias aceitas como de boa prática na Engenharia Hidrológica, recomendadas para a etapa de consistência de dados pluviométricos, bem como formato de envio dos dados consistidos, 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.

3 Procedimentos para Consistência de Dados Pluviométricos

A Consistência de Dados Pluviométricos deve ser realizado conforme instruções contidas neste documento, sendo seu envio definido até 30 de abril de cada ano, juntamente com a Consistência de Dados Fluviométricos e os dados de medições realizados no exercício anterior.

3.1 Forma de Envio dos Estudos de Consistência

O estudo de Consistência de Dados Pluviométricos e os dados pluviométricos brutos e consistidos devem ser enviados, **apenas em formato digital**, mídia eletrônica (CD), no documento denominado **Relatório Anual**.

Além do arquivo digital, em formato Word, contendo a descrição da Consistência Pluviométrica realizada, é imprescindível o envio à ANA de todos os anexo descritos no **Item 5.8 – Anexos**, deste documento.

Ressalta-se que os registros hidrológicos brutos e consistidos devem ser enviados em banco de dados formato **Hidro**, visando sua inserção no Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídrico.

O Relatório deve ser encaminhado para:

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

3.2 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 referentes a Rede Hidrometeorológica da ANA.

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 - DCRH. *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 dos Estudos de Consistência Pluviométrica

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

5.1 Descrição do Estudo de Consistência

Descrever o objeto do estudo de consistência, apresentando o número das estações, bem como seus códigos, nomes, localização na bacia hidrográfica, mapa de localização das estações.

5.2 Descrição da Bacia Hidrográfica

Apresentar uma descrição geral da bacia hidrográfica, relatando informações sobre tipo e uso do solo, vegetação, relevo, hidrografia, geologia, características das precipitações, dentre outras informações relevantes da Bacia.

5.3 Metodologia para Consistência dos Totais Pluviométricos

Descrever a metodologia utilizada para análise de consistência dos totais pluviométricos.

5.4 Parâmetros e Testes Estatísticos

Descrever os parâmetros e testes estatísticos empregados na análise de consistência.

5.5 Metodologia para Complementação de Séries

Descrever a metodologia para complementação e preenchimento de séries de totais pluviométricos.

5.6 Metodologia para Compatibilização dos Dados Diários, Mensais e Anuais

Apresentar a metodologia utilizada para compatibilização dos dados diários aos totais mensais e destes aos totais anuais.

5.7 Ferramentas Computacionais e Referências Bibliográficas

Relacionar as ferramentas computacionais e referências bibliográficas utilizadas para realizar a análise de consistência.

5.8 Anexos

As informações a seguir descritas devem constar no anexo dos Estudos de Consistência Pluviométrica:

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.
- 5.8.1.5 Arquivo digital em formato Hidro contendo os dados hidrológicos brutos e consistidos

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

Destaca-se que a consistência de dados pluviométricos deve ser realizada a nível diário, com conseqüente reflexo nas séries mensais, anuais e históricas de cada estação. Sendo assim, os dados com frequência superior à diária, ou seja, dados horários, a cada 15 minutos ou em qualquer outro intervalo de tempo devem ser convertidos para dados diários. Por exemplo, chuva horária devem resultar em chuva diária, as quais devem ser calculadas como sendo a média aritmética simples dos 24 valores correspondentes a um dia ou seja, dos 24 valores correspondentes ao período de 0h às 23h do mesmo dia.

6 Ferramentas e Exemplos de Relatórios

Com o intento de auxiliar os executores dos trabalhos de consistência pluviométrica e o envio dos dados hidrológicos em formato HIDRO, a Superintendência de Gestão da Rede Hidrometeorológica – SGH/ANA disponibiliza as seguintes ferramentas computacionais e documentos tais como:

- 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**, disponibilizados no sitio da ANA (<http://www2.ana.gov.br/Paginas/servicos/informacoeshidrologicas/monitoramentohidro.aspx>).
- Sistema para Visualização de Fichas de Campo de aproximadamente, 2 milhões de arquivos, disponíveis em <http://visualizador.ana.gov.br:8080/VisualizadorWebLogic/>, tais como:
 - ✓ Boletins pluviométricos e fluviométricos,
 - ✓ Fichas descritivas
 - ✓ Fichas de medição de descarga líquida,
 - ✓ Fichas de medição de descarga sólida em suspensão,
 - ✓ Fichas de medição de descarga sólida de fundo,
 - ✓ Fichas de medição de parâmetros de qualidade de água,
 - ✓ Fichas de inspeção das estações,
 - ✓ Fichas de levantamento de seção transversal,
 - ✓ Laudos de análises de concentração de sedimentos em suspensão,
 - ✓ Pluviogramas

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 nos estudos 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**, disponibilizado no site da ANA (<http://www2.ana.gov.br/Paginas/servicos/informacoeshidrologicas/monitoramentohidro.aspx>) encontram-se alguns exemplos de estudos 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, com 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 Anexos Auxiliares às Diretrizes

Em anexo às Diretrizes e Análises Recomendadas para Consistência de Dados Pluviométricos e em subsidio as atividades a serem desempenhadas disponibilizamos:

ANEXO I - SISTEMAS COMPUTACIONAIS

ANEXO II - EXEMPLOS DE RELATÓRIOS DE CONSISTÊNCIA

9 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 com a instrução contida neste documento.

Reforça-se que os estudos de consistência de dados pluviométricos e fluviométricos devem ser enviados, até 30 de abril de cada ano, no documento intitulado **Relatório Anual**, juntamente com os dados de medições realizado no exercício anterior.

Reforça-se a necessidade de envio de todos os anexos citados no item 5.8 deste documento, em meio digital, bem como o arquivo em formato Hidro com os dados brutos e consistidos para a inserção no Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos - SNIRH.

10 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 - DCRH. 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 - DCRH. 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'homogenité 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 Parnaíba, 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 N° 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 N° 21, WMO-N° 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 N° 17, WMO/TD-N° 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 N°25, WMO/TD-N°104, Geneva.
- [25] WMO – World Meteorological Organization, 1989a: Catalogue of National Standard Precipitation Gauges (B. Sevruk and S. Klemm). Instruments and Observing Methods Report N° 39, WMO/TD-N°313, 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 N° 48, WMO/TD-N°328, Geneva.
- [27] WMO – World Meteorological Organization, 1992: Snow Cover Measurements and Areal Assessment of Precipitation and Soil Moisture (B. Sevruk, ed.). Operational Hydrology Report N° 35, WMO-N° 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 N° 67, WMO/TD-N° 872, Geneva.
- [29] WMO – World Meteorological Organization, 2008: Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observations, WMO-N° 8, Seventh edition, Geneva.



Ministério do
Meio Ambiente

