



Ministério da Educação
UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
Criada pela Lei nº 10.435, de 24 de Abril de 2002

Pró-Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação

Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Energia

**CONTROLE DE QUALIDADE ON-LINE DE DADOS
HIDROLÓGICOS TELETRANSMITIDOS**

MAURO SILVIO RODRIGUES

Dissertação Submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Energia como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ciências em Engenharia da Energia.

Orientador: Prof. EDSON DA COSTA BORTONI, D.Sc.
Coorientador: Prof. LUIZ EDIVAL DE SOUZA, D.Sc.

Itajubá, Dezembro de 2002

MAURO SILVIO RODRIGUES

**CONTROLE DE QUALIDADE ON-LINE DE DADOS HIDROLÓGICOS
TELETRANSMITIDOS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI para obtenção do título de Mestre em Ciências em Engenharia da Energia.

Área de Concentração: Geração Hidrelétrica

Orientador: Prof. EDSON DA COSTA BORTONI, D.Sc.

Coorientador: Prof. LUIZ EDIVAL DE SOUZA, D.Sc.

Itajubá, Dezembro de 2002



À minha esposa Lucimara e meus filhos Gabriel e Guilherme, que tanto sofreram com as noites e finais de semanas que tivemos de estar separados de nossos momentos em comum, porém me incentivando sempre para a finalização deste trabalho.

À meus pais, Heitor e Aracide, que me ensinaram coisas importantes como perseverança, honestidade e responsabilidade, mesmo nos momentos difíceis de nossas vidas. Em especial ao meu irmão Marcos (em memória), com seu exemplo de vida.

Amo vocês.

AGRADECIMENTOS

Todo trabalho só é possível com o apoio e ajuda de muitos colaboradores. Tenho dívidas para com vários amigos que me ajudaram, de alguma forma, nesta conquista.

À Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, em especial ao Ex-Diretor Afonso Henriques Moreira Santos que tornou possível a realização deste trabalho, tanto no incentivo quanto na disponibilização do dados e aos amigos da Agência, pela amizade.

À Marcos Aurélio Vasconcelos de Freitas, Diretor da Agência Nacional de Águas – ANA, pelo apoio e incentivo.

Aos amigos Valdemar Guimarães dos Santos e Eurides de Oliveira, pelos ensinamentos em hidrologia, apoio e incentivo.

A Roberto Moreira Coimbra pela oportunidade que me proporcionou trabalhar na área de hidrologia e telemetria e a Jacques Callede, pelos ensinamentos em telemetria.

À Engenheira Ludimila Lima da Silva pelo trabalho em conjunto na operacionalização da rede telemétrica do projeto SIVAM.

Aos amigos Clayton J. Cardoso e Naziano P. Filizola, pelo incentivo constante na realização deste trabalho.

Aos colegas do extinto DNAEE, Alexandre Gonçalves, Andreлина Laura, Alessandro Silva, Claudia Francoise, José Jorge da Silva, Marcos Rios, Reginaldo Longuinhos, João Bosco Santos, Gutemberg Silva, Onildo de Castro, Welington da Silva, Wilton Teixeira e em especial à Geralda Paraguassu (Pará), pela consistência dos dados da telemetria.

Aos amigos do INPE, Sergio Pereira, Flávio Magina e Osvaldo da Silva pela parceria na operacionalização do Centro de Missão de Coleta de Dados daquele Instituto.

À Maria das Graças Damasceno Ferreira, Luiz Antônio Ferreira, Fernanda Damasceno Ferreira e Andrea Damasceno Ferreira, pela valiosa colaboração na educação de minha família, nos momentos da realização deste trabalho.

À Eduardo Alvim e Alexandre Guetter do SIMEPAR, a David Gilhousen do NDBC pela disponibilização de informações e apoio e à EPAGRI/CLIMERH, pelo apoio.

Aos orientadores deste trabalho, Edson da Costa Bortoni e Luiz Edival de Souza.

Para finalizar aos professores, funcionários e colegas do curso de Pós-Graduação da Engenharia da Energia, em especial às funcionárias Maria Amélia, Cristina e Regina pela cordialidade, presteza e coleguismo com que fui tratado durante a elaboração deste trabalho.

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| LISTA DE FIGURAS | i |
| LISTA DE TABELAS | ii |
| LISTA DE ABREVIATURAS | iii |
| SIMBOLOGIA | iv |
| RESUMO | v |
| ABSTRACT | vi |
| | |
| CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO | 01 |
| | |
| CAPÍTULO 2 – NECESSIDADE DO MONITORAMENTO HIDROLÓGICO | 02 |
| 2.1 - O Histórico do Monitoramento Hidrológico no Brasil | 04 |
| 2.2 – A Rede Básica de Monitoramento Hidrológico do Governo Federal | 12 |
| | |
| CAPÍTULO 3 – MONITORAMENTO TELEMÉTRICO DA REDE HIDROMÉTRICA NACIONAL | 20 |
| 3.1 – Breve Histórico da Telemetria no Brasil | 20 |
| 3.2 – A Rede Telemetria Básica via Satélite da Agência Nacional de Águas | 26 |
| 3.3 – Monitoramento Hidrológico de Reservatórios Hidrelétricos Brasileiros : | |
| A Resolução ANEEL 396/98 | 35 |
| 3.3.1 – Breve Histórico do Setor de Geração de Energia Hidrelétrica | 35 |
| 3.3.2 – A Resolução ANEEL 396/98 | 42 |
| | |
| CAPÍTULO 4 – IMPORTÂNCIA DA QUALIDADE DA INFORMAÇÃO HIDROLÓGICA EM TEMPO REAL | 46 |
| 4.1 – Experiência do National Data Buoy Center – NDBC, NOAA | 48 |
| 4.2 – Experiência do Instituto Tecnológico SIMEPAR | 51 |

| | |
|--|-----|
| CAPÍTULO 5 – UMA PROPOSTA DE SISTEMA DE CONTROLE DE QUALIDADE | |
| ON-LINE DE DADOS HIDROLÓGICOS TELETRANSMITIDOS | 54 |
| 5.1 – Bacia do Tocantins-Araguaia – a rede de monitoramento hidrológico na bacia | 54 |
| 5.2 – Controle de Qualidade On-Line de Dados Hidrológicos Teletransmitidos | 60 |
| 5.3 – Resultados obtidos com o Controle de Qualidade | 72 |
| | |
| CAPÍTULO 6 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES | 90 |
| | |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 94 |
| | |
| ANEXOS | |
| ANEXO I – Programa desenvolvido em BASIC para efetuar os testes e as hipóteses sobre os dados recebidos via satélite das estações telemétricas da Rede ANA | 100 |
| ANEXO II – Resultados dos testes e hipóteses aplicados as estações telemétricas instaladas na bacia do rio Tocantins | 124 |

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 2

| | |
|--|----|
| Figura 2.1.1 – Evolução do quantitativo de estações pluviométricas da Rede Hidrometeorológica na bacia Amazônica (SIH, 1998) | 07 |
| Figura 2.1.2 – Evolução do quantitativo de estações fluviométricas da Rede Hidrometeorológica na bacia Amazônica (SIH, 1998) | 08 |
| Figura 2.1.3 – Tela do HIDRO (ANEEL, 2001) | 09 |
| Figura 2.1.4 – Tela do Hidroweb (ANEEL, 2001) | 10 |
| Figura 2.2.1 – Estação Fluviométrica de Barcelos – Código 14480002 – Rio Negro (Relatório ANA, 2002) | 13 |
| Figura 2.2.2 – Estação Fluviométrica de Moura – Código 14840000 – Rio Negro (Relatório ANA, 2002) | 13 |
| Figura 2.2.3 – Estação Pluviométrica de Novo Airão – Código 00260006 (Relatório ANA, 2002) | 14 |
| Figura 2.2.4 – Estação Pluviométrica, Pluviográfica e telemétrica de Moura Código 00161002 (Relatório ANA, 2002) | 14 |
| Figura 2.2.5 – Bacias hidrográficas Brasileiras | 15 |
| Figura 2.2.6 – Mapa com as estações fluviométricas (ANEEL, 2001) | 16 |
| Figura 2.2.7 – Mapa com as estações pluviométricas (ANEEL, 2001) | 17 |
| Figura 2.2.8 – Roteiros de Operação da Rede Hidrométrica Nacional (ANEEL, 2001) | 18 |

CAPÍTULO 3

| | |
|--|----|
| Figura 3.2.1 – Esquema de um pluviômetro para estação telemétrica | 27 |
| Figura 3.2.2 – Sensor de nível com a utilização de sensor de pressão | 27 |
| Figura 3.2.3 – Sensor de nível com a utilização de sensor de boia e contra peso | 28 |
| Figura 3.2.4 – Estrada GO-56 – 60445000 (rio Corumbá), com sensor de nível de boia e contra peso | 28 |
| Figura 3.2.5 – Teclado para inserção do nível da régua/ visualização de parâmetros | 29 |

| | |
|---|----|
| Figura 3.2.6 – Plataforma de Coleta de Dado – PCD, com sistema de alimentação e transmissor | 30 |
| Figura 3.2.7 – Estação de Manacapuru – 14100000 , rio Solimões | 30 |
| Figura 3.2.8 – Plataforma de coleta de dados completa – Estação Santa Maria – 10300000 , rio Curuca | 31 |
| Figura 3.2.9 – Desenho esquemático da transmissão de dados via satélite (Rodrigues et al., 1999) | 32 |
| Figura 3.2.10 – Mapa com a Rede de Estações Telemétricas da Agência Nacional de Águas (SIH, 2001) | 32 |
| Figura 3.2.11 – Disponibilização automática dos dados das PCD's na Internet (Rodrigues et al., 1999) | 33 |
| Figura 3.2.12 – Evolução média das recepções de dados das PCD's com transmissão de dados via satélite SCD | 34 |
| Figura 3.3.1.1 – Usina de Marmelos – 0 (Fabiana Gama Filho, PCH Notícias, 2001) | 36 |
| Figura 3.3.1.2 – Usina de Fontes Velha / RJ (Eletrobras, 2002) | 37 |
| Figura 3.3.1.3 – Usina de Paulo Afonso (Chesf, 2002) | 38 |
| Figura 3.3.1.4 – Evolução do parque gerador no Brasil no período entre 1920 até 1980 (Silveira e Meija et al.,1999) | 39 |
| Figura 3.3.2.1 – Localização das usinas hidrelétricas em operação (SIH, 2001) | 43 |

CAPÍTULO 5

| | |
|---|----|
| Figura 5.1.1 – Mapas com redes pluviométricas, fluviométricas e telemétricas instaladas na bacia do Tocantins | 56 |
| Figura 5.1.2 – Resumo de medições de vazão da estação 26350000 - São Félix do Araguaia, no rio Araguaia | 57 |
| Figura 5.1.3 – Dados aquisitados no CMCD da estação 26350000 -nov/00 e dez/00 | 58 |
| Figura 5.1.4 – Dados aquisitados no CMCD da estação 26350000 -jun/01 e jul/01 | 58 |
| Figura 5.1.5 – Dados aquisitados no CMCD da estação 22350000 -nov/00 e dez/00 | 59 |
| Figura 5.1.6 – Dados armazenados na ANEEL da estação 26350000 – ano:2000 | 59 |

| | |
|--|----|
| Figura 5.3.1 – Dados de nível da estação de Barra do Garça – 24700000 (rio Araguaia), recebidos da estação telemétrica em 1997. | 73 |
| Figura 5.3.2 – Dados de nível da estação de Barra do Garça – 24700000 (rio Araguaia), aprovados no Controle de Qualidade on line de Dados Hidrológicos Teletransmitidos. | 74 |
| Figura 5.3.3 – Dados de nível da estação de Barra do Garça – 24700000 (rio Araguaia), obtidos da operação convencional da estação e armazenados no banco de dados Hidro | 75 |
| Figura 5.3.4 – Teste de Faixa Fluviométrica Histórica para Barra do Garça (1997) | 75 |
| Figura 5.3.5 – Teste de Faixa Fluviométrica Mensal para Barra do Garça (1997) | 76 |
| Figura 5.3.6 – Teste de Step Diário Horário para Barra do Garça (1997) | 76 |
| Figura 5.3.7 – Teste de Step Horário para Barra do Garça (1997) | 76 |
| Figura 5.3.8 – Teste de Faixa Média e Desvio Padrão para Barra do Garça (1997) | 77 |
| Figura 5.3.9 – Teste de Faixa Dado anterior e Desvio Padrão para Barra do Garça (1997) | 77 |
| Figura 5.3.10 – Testes de Hipóteses para dados de níveis suspeitos de Barra do Garça (1997) | 77 |
| Figura 5.3.11 – Média Móvel dos níveis calculada a cada inserção de dados recebidos da estação de Barra do Garça (1997) | 78 |
| Figura 5.3.12 – Desvio Padrão dos níveis calculado a cada inserção de dados recebidos da estação de Barra do Garça (1997) | 78 |
| Figura 5.3.13 – Dados de chuva da estação de Barra do Garça – 24700000 (rio Araguaia), recebidos da estação telemétrica em 1997 | 79 |
| Figura 5.3.14 – Dados de chuva da estação de Barra do Garça – 24700000 (rio Araguaia), aprovados no Controle de Qualidade | 80 |
| Figura 5.3.15 – Teste de Hipótese para a variável chuva da estação de Barra do Garça (1997) | 80 |
| Figura 5.3.16 – Dados de nível da estação de Marabá – 29050000 (rio Tocantins), recebidos da estação telemétrica em 1999 | 81 |
| Figura 5.3.17 – Dados de nível da estação de Marabá – 29050000 (rio Tocantins), aprovados no Controle de Qualidade on line de Dados Hidrológicos Teletransmitidos | 83 |

| | |
|---|----|
| Figura 5.3.18 – Dados de nível da estação de Marabá – 29050000 (rio Tocantins), obtidos da operação convencional da estação e armazenados no banco de dados Hidro | 83 |
| Figura 5.3.19 – Teste de teste hipótese da variável nível para Marabá – 29050000 (1999) | 84 |
| Figura 5.3.20 – Teste de Faixa Fluviométrica Histórica para Marabá – 29050000 (dez/99) | 84 |
| Figura 5.3.21 – Teste de Faixa Fluviométrica Mensal para Marabá – 29050000 (dez/99) | 85 |
| Figura 5.3.22 – Teste de Step Diário Horário para Marabá – 29050000 (dez/99) | 85 |
| Figura 5.3.23 – Teste de Step Horário para Marabá – 29050000 (dez/99) | 85 |
| Figura 5.3.24 – Teste de Média e Desvio Padrão para Marabá – 29050000 (dez/99) | 86 |
| Figura 5.3.25 – Teste de teste de hipótese de nível para Marabá – 29050000 (dez/99) | 86 |
| Figura 5.3.26 – Dados de chuva recebidos da estação telemétrica de Marabá – 29050000 (1999) | 87 |
| Figura 5.3.27 – Teste de Chuva Acumulada na estação de Marabá – 29050000 (1999) | 87 |
| Figura 5.3.28 – Teste de reset de Chuva Acumulada na estação de Marabá – 29050000 (1999) | 87 |

CAPÍTULO 6

| | |
|--|----|
| Figura 6.1 – Dados digitados pelo observador no Display e dados do sensor de nível automático, recebidos da estação de Rio do Sul Novo – 83300200, no rio Itajaí Açu | 92 |
|--|----|

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2

| | |
|--|----|
| Tabela 2.1.1 – A Rede Hidrometeorológica Nacional nos estados da federação e o montante financeiro utilizado para a sua operação (ANA, 2002) | 11 |
| Tabela 2.1.2 – A Rede Hidrometeorológica Nacional e as operadoras contratadas/ conveniadas (ANA, 2002) | 11 |
| Tabela 2.2.1 – Quantitativo de estações da Rede Hidrometeorológica Nacional por bacia hidrográfica (ANEEL, 2001) | 16 |
| Tabela 2.2.2 – Exemplo de informações dos roteiros de operação (Takei, 2001) | 18 |
| Tabela 2.2.3 – Disponibilidade Hídrica do Brasil (ANEEL, 2001) | 19 |

CAPÍTULO 3

| | |
|---|----|
| Tabela 3.1.1 – Estações com teletransmissão de dados via satélite ARGOS (Guimarães et al., 1994) | 23 |
| Tabela 3.1.2 – Estações com teletransmissão de dados via satélite SCD | 24 |
| Tabela 3.3.1.1 – Divisão aproximada do mercado de geração de energia elétrica em 1996 (MME, 1996) | 40 |
| Tabela 3.3.1.2 – Divisão do mercado de geração de energia elétrica em dezembro/2001 (Big, 2002) | 41 |
| Tabela 3.3.2.1 – Quantitativo de estações para o cumprimento da Res. ANEEL 396/98 | 42 |
| Tabela 3.3.2.2 – Resolução ANEEL 396/98 (referência jul/2002) | 44 |

CAPÍTULO 4

| | |
|--|----|
| Tabela 4.1 – Prejuízos causados por enchentes nos Estados Unidos no período entre 1986 e 1995 (Ingram, 1996) | 48 |
|--|----|

CAPÍTULO 5

| | |
|--|----|
| Tabela 5.1.1 – Relação das estações telemétricas da bacia do rio Tocantins | 55 |
| Tabela 5.2.1 – Tabela de dados característicos da série histórica da estação de Fazenda Angical, no rio Tocantins (código 22040000) | 62 |
| Tabela 5.3.1 – Resultados parciais dos testes e hipóteses para a estação de Barra do Garça – 24700000 (rio Araguaia) – Dez/1997 | 73 |
| Tabela 5.3.2 – Resultados parciais dos testes e hipóteses para a estação de Marabá – 29050000 (rio Tocantins) – 05/Dez/1999 | 82 |
| Tabela 5.3.3 – Resultados parciais dos testes e hipóteses para a estação de Marabá – 29050000 (rio Tocantins) – 30/Dez/1999 | 82 |
| Tabela 5.3.4 – Relatório de ocorrência de Frags dos testes e hipóteses para a estação de Barra do Garça – 24700000. (período 01/97 a 06/99). | 89 |
| Tabela 5.3.5 – Relatório de ocorrência de Frags dos testes e hipóteses para a estação de Barra do Garça – 24700000 (período 07/99 a 12/01) | 89 |

ANEXO II

| | |
|---|-----|
| Tabela Anexo II.1 – Relatório de ocorrência dos testes e hipóteses para a estação de Paranã – 21900000 | 125 |
| Tabela Anexo II.2 – Relatório de ocorrência dos testes e hipóteses para a estação de Fazenda Angical – 22040000 | 126 |
| Tabela Anexo II.3 – Relatório de ocorrência dos testes e hipóteses para a estação de Porto Jerônimo – 22220000 | 127 |
| Tabela Anexo II.4 – Relatório de ocorrência dos testes e hipóteses para a estação de Porto Nacional – 22350000 | 127 |
| Tabela Anexo II.5 – Relatório de ocorrência dos testes e hipóteses para a estação de Jatobá – 22680000 | 128 |
| Tabela Anexo II.6 – Relatório de ocorrência dos testes e hipóteses para a estação de Porto Real – 22900000 | 128 |
| Tabela Anexo II.7 – Relatório de ocorrência dos testes e hipóteses para a estação de Goiatins – 23250000 | 128 |

| | |
|--|-----|
| Tabela Anexo II.8 – Relatório de ocorrência dos testes e hipóteses para a estação de Carolina – 23300000 | 129 |
| Tabela Anexo II.9 – Relatório de ocorrência dos testes e hipóteses para a estação de Barra do Garça – 24700000 | 130 |
| Tabela Anexo II.10 – Relatório de ocorrência testes e hipóteses para a estação de Aruanã – 25200000 | 131 |
| Tabela Anexo II.11 – Relatório de ocorrência dos testes e hipóteses para a estação de Xavantina – 26100000 | 132 |
| Tabela Anexo II.12 – Relatório de ocorrência dos testes e hipóteses para a estação de Trecho Médio – 26200000 | 133 |
| Tabela Anexo II.13 – Relatório de ocorrência dos testes e hipóteses para a estação de São Félix do Araguaia – 26350000 | 134 |
| Tabela Anexo II.14 – Relatório de ocorrência dos testes e hipóteses para a estação de Conceição do Araguaia – 27500000 | 135 |
| Tabela Anexo II.15 – Relatório de ocorrência dos testes e hipóteses para a estação de Xambioá – 28300000 | 136 |
| Tabela Anexo II.16 – Relatório de ocorrência dos testes e hipóteses para a estação de Marabá – 29050000 | 137 |

ABREVIATURAS

| | |
|------------|--|
| Amforp | American & Foreign Power Company |
| ANA | Agência Nacional de Águas |
| ANEEL | Agência Nacional de Energia Elétrica |
| ANP | Agência Nacional de Petróleo |
| APE | Auto Produtor de Energia |
| ARGOS | Sistema de Satélites Franco Americano de coleta de dados dedicados ao monitoramento e proteção ambiental |
| Big | Banco de Informação de Geração |
| CA | Cotas de Alerta |
| CAEEB | Companhia Auxiliar de Empresas Elétricas Brasileiras |
| CBERS | China Brasil Earth Resource Satellite |
| CCSIVAM | Comissão para Coordenação do Sistema de Vigilância da Amazônia |
| CEEE | Companhia Estadual de Energia Elétrica |
| CEMIG | Centrais Elétricas de Minas Gerais |
| CEPEL | Centro de Pesquisas de Energia Elétrica |
| CESP | Centrais Elétricas de São Paulo |
| CHESF | Companhia Hidrelétrica de São Francisco |
| CLIMERH | Centro Integrado de Meteorologia e Recursos Hídricos de Santa Catarina |
| CMCD | Centro de Missão de Coleta de Dados |
| COPEL | Companhia Paranaense de Energia Elétrica |
| CPRM | Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais |
| DAEE | Departamento de Águas e Energia Elétrica de São Paulo; |
| DNAE | Departamento Nacional de Águas e Energia |
| DNAEE | Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica |
| DNOCS | Departamento Nacional de Obras Contra as Secas |
| DNPM | Departamento Nacional da Produção Mineral |
| DOU | Diário Oficial da União |
| ELETROBRÁS | Centrais Elétricas Brasileiras |

| | |
|-------------|--|
| ELETRONORTE | Centrais Elétricas do Norte |
| ELETROSUL | Centrais Elétricas do Sul |
| EPAGRI | Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina |
| ESCELSA | Espirito Santo Centrais Elétricas |
| FIESP | Federação das Indústrias do Estado de São Paulo |
| FURNAS | Centrais Elétricas FURNAS |
| GOES | Satélite Operacional Geoestacionário de Monitoramento Ambiental |
| GTIB | Grupo de Trabalho de Informações Básicas |
| HF | High Frequency |
| HIDRO | Sistema de Informações Hidrológicas |
| IAPAR | Instituto Agrônômico do Paraná |
| IGAM | Instituto Mineiro de Gestão das Águas |
| INMARSAT | Sistema de satélites geoestacionários dedicados a comunicação por voz, fax e dados em todo o mundo |
| INMET | Instituto Nacional de Meteorologia |
| INPE | Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais |
| IPH | Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul |
| ITAIPU | Itaipu Binacional. |
| MCT | Ministério de Ciência e Tecnologia |
| MECB | Missão Espacial Completa Brasileira |
| MLP | Médias de Longo Período Mensal |
| MME | Ministério de Minas e Energia |
| MSDHD | Micro Sistema de Dados Hidrometeorológico |
| NDBC | National Data Buoy Center |
| NOAA | National Oceanic and Atmospheric Administration |
| NUCLEBRAS | Empresas Nucleares Brasileiras SA |
| NWS | National Weather Service |
| OMM | Organização Meteorológica Mundial |

| | |
|----------|---|
| ONS | Operador Nacional do Sistema |
| ORSTOM | Instituto Francês de Pesquisa Científica para o Desenvolvimento em Cooperação |
| PCD | Plataforma de Coleta de Dados |
| PCH | Pequena Central Hidrelétrica |
| PIE | Produtor Independente de Energia |
| PLANFAP | Plano de Formação e Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior |
| PMTCRH | Programa de Monitoramento de Tempo, Clima e Recursos Hídricos |
| PNUD | Programa de Desenvolvimento das Nações Unidas |
| PPA | Plano Plurianual |
| PPT | Programa Prioritário de Termelétricas |
| RESEB | Reestruturação do Setor Elétrico Brasileiro |
| RFC | River Forecast Center |
| SCD1 | Primeiro Satélite de Coleta de Dados Brasileiro |
| SCD2 | Segundo Satélite de Coleta de Dados Brasileiro |
| SCD3 | Terceiro Satélite de Coleta de Dados Brasileiro |
| SDM | Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente de Santa Catarina |
| SIH | Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas |
| SIMEPAR | Sistema Meteorológico do Paraná |
| SIPOT | Sistema de Informação do Potencial Hidrelétrico Brasileiro |
| SIVAM | Sistema de Vigilância da Amazônia |
| SSR1 | Satélite de Sensoriamento Remoto |
| SUDERHSA | Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental do Paraná |
| SURHEMA | Superintendência de Recursos Hídricos e Meio Ambiente do Paraná |
| TOGA | Tropical Oceans and Global Atmosphere |
| TVA | Autarquia do Vale do Tennesse |
| USAID | Agency For International Development |
| VHF | Very High Frequency |
| WFO | Weather Forecast Offices |

SIMBOLOGIA

| | |
|-----------|--|
| ATT | Estacionariedade da amostra (Análise Temporal Atual) |
| Chv | Chuva (mm) |
| Chuva Ac | Chuva Acumulada, recebida da estação telemétrica (mm) |
| Data/Hora | Data e hora do dado recebido |
| DFFH | Diferença percentual a aceitar para FFH |
| Dp | Desvio padrão da amostra de N valores |
| Dpi | Desvio padrão dos N valores anteriores a V_i |
| Dt | Diferença entre a data do dado atual e a data do dado anterior ($T_i - T_{i-1}$) |
| Dv | Diferença entre o dado atual e o dado anterior ($V_i - V_{i-1}$) |
| FDaDP | Faixa Dado anterior e Desvio Padrão |
| FFH | Faixa Fluviométrica Histórica |
| FFM | Faixa Fluviométrica Mensal |
| FMDP | Faixa Média Desvio Padrão |
| n | Número de desvios padrões |
| N | Número de dados da amostra |
| Niv | Nível d'água, recebida da estação telemétrica (cm) |
| Med.Niv | Média calculada da amostra de N valores da variável Nível d'água (cm) |
| Dp.Niv | Desvio Padrão calculada da amostra de N valores da variável Nível d'água (cm) |
| Niv | Nível d'água (cm) |
| Nota1 | Nota para o teste de Faixa Fluviométrica Histórica |
| Nota2 | Nota para o teste de Faixa Fluviométrica Mensal |
| Nota3 | Nota para o teste Step Diário Horário |
| Nota4 | Nota para o teste Step Horário |
| Nota5 | Nota para o teste Faixa Média Desvio Padrão |
| Nota6 | Nota para o teste Faixa Dado anterior e Desvio Padrão |
| Nota7 | Nota para o teste Estacionariedade da amostra (Análise Temporal Atual) |
| Nota8 | Relação entre desvio padrão atual e anterior |
| Nota9 | Nota para o teste Rotina de Chuva Acumulada |

| | |
|------------|---|
| Nota10 | Nota para o teste de Diferença de Chuva Horária |
| RCA | Rotina de Chuva Acumulada |
| RCAi0 | Teste se chuva = 0 |
| SDH | Step Diário Horário |
| SH | Step Horário |
| T_i | data/hora do dados atual V_i |
| T_{i-1} | data/hora do dado anterior V_{i-1} |
| Thip Nivel | Teste das hipóteses para a variável Nivel |
| Thip Chuva | Teste das hipóteses para a variável Chuva |
| V_i | Dado atual |
| V_{i-1} | Dado anterior |

SIMBOLOGIA GREGA

| | |
|----------|--|
| μ | Média da amostra de N valores |
| σ | Desvio padrão da amostra de N valores |
| δ | Desvio padrão da amostra dos N valores anteriores a V_i |
| ψ | Desvio padrão de referência para a variável nível = 0.1 cm |

RESUMO

Por ser o Brasil um país com uma das maiores disponibilidades hídricas do planeta, cerca de 12%, a gestão dos recursos hídricos sempre esteve em evidência. Esta gestão tem sido feita tanto na obtenção de dados básicos das bacias hidrográficas como, atualmente, na gestão integrada dos recursos. Para que esta gestão seja feita de forma eficiente são necessários sistemas eficientes de aquisição, armazenamento, controle, consolidação e disponibilização de dados hidrometeorológicos.

Os dados hidrometeorológicos são obtidos através de estações convencionais e telemétricas instaladas em todo o território nacional. Os dados de estações convencionais vêm sendo consistidos pelos operadores e administradores da Rede Hidrometeorológica Nacional ao serem inseridos na base de dados do sistema de gerenciamento da informação. Em se tratando dos dados das estações telemétricas, estes vêm sendo consistidos previamente de forma manual.

Como os dados das estações telemétricas são transmitidos On-Line, faz-se necessário a implementação de sistemas automatizados de controle e consolidação destes, pois os mesmos são utilizados para monitoramento e previsão hidrológica em tempo real. Dados inconsistentes, se não forem consolidados, podem alimentar modelos de monitoramento e previsão levando a tomada de decisão errôneas.

Um Sistema de Controle de Qualidade On-Line de Dados Hidrológicos Teletransmitidos foi proposto para validar e consolidar os dados das estações telemétricas da Agência Nacional Águas – ANA.. Nestas estações a teletransmissão dos dados hidrológicos é realizada através dos Satélites de Coleta de Dados - SCD, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. O sistema proposto foi testado nas estações da Bacia do rio Tocantins.

As localizações das estações telemétricas em regiões onde as respostas hidrológicas da bacia são rápidas e lentas contribuíram para os testes do sistema. Por conseguinte, os testes revelaram uma alta eficiência do sistema para a consolidação da variável nível. Para a variável chuva o controle de qualidade deve ser melhor aferido. Desta forma, faz-se necessário mais estudos e sistemáticas para melhorar e consolidar o controle de qualidade on-line dos dados hidrológicos teletransmitidos.

ABSTRACT

Brazil, the country with 12% of the available fresh water in the planet, has considered the water resource management a very important tool. This management includes the collection of hydrological data of watersheds and nowadays an integrated water resources management.

For an efficient water resources management, efficient data acquisition systems are required to store, control, consolidate, and distribute hydrometeorological data.

Hydrometeorological data are obtained through conventional and telemetric stations that have been installed in the whole country. Conventional data has been consisted by the National Hydrometeorological Network operators and managers before it goes to the data bank. Telemetric data have been consisted manually.

Telemetric data has been transmitted on-line, thus automatic quality control system are required in order to guarantee that the data used for monitoring and for real time forecast system are consistent. If inconsistent data are used without any kind of Teste, a decision based on this forecast and monitoring can be mistaken.

A Quality Control System for Telemetric Hydrological Data was proposed to validate and consolidate data from telemetric stations of National Water Resources Agency – ANA. The hydrological stations use a satellite system to transmit the information. The satellites that have been used are the Data Collections System – SCD from National Institute of Space Research – INPE. This system was tested in Tocantins basin stations.

The stations are installed in places where hydrologic response are fast and slow, and this was very important to test the proposed system, showing an efficient tool for water level quality control. Quality control for rain data needs more calibration though. Thus it will be necessary more studies in order to improve the System.