

IMPORTÂNCIA DE DADOS HIDROMETEOROLÓGICOS CONFIÁVEIS NO GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS

Luiza Cristina Krau de Oliveira¹ e Alba Valéria Brandão Canellas¹

Resumo - Na gestão de Recursos Hídricos, a outorga pelo direito de uso e a cobrança pelo uso da água estão intrinsicamente vinculados a um bom sistema de aquisição de dados hidrometeorológicos.

Considerando que a lei que regulamenta a Política Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos estabelece que será necessária a outorga de direito de uso dos recursos hídricos em todos os projetos que dispõem de uma quantidade significativa da água dos rios, e que será efetuada uma cobrança pelo uso desta água, tornou-se importante uma rede de postos hidrometeorológicos, operada de forma eficiente e contínua, para que o potencial hídrico das bacias hidrográficas seja bem conhecido.

No setor elétrico nacional já existe uma tradição na operação de postos hidrometeorológicos nas bacias de interesse das empresas do setor.

FURNAS Centrais Elétricas, empresa do setor elétrico, opera uma rede de postos hidrometeorológicos visando subsidiar suas necessidades de geração elétrica e apoio aos novos projetos de usinas hidrelétricas.

Este trabalho apresenta a experiência de FURNAS na instalação e operação de postos hidrometeorológicos convencionais e telemétricos, serviços de hidrometria, implantação de dados hidrometeorológicos em sistemas de bancos de dados, monitoramento e previsão de vazões a tempo real.

1 - INTRODUÇÃO

A lei federal nº. 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que trata da Política e Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, estabelece que o uso dos recursos hídricos está sujeito a outorga e cobrança, pois a água é um recurso natural limitado, de domínio público e dotado de valor econômico.

A cobrança pelo uso será em função do volume a ser retirado e seu regime de variação, levando-se em consideração a disponibilidade hídrica no ponto em questão.

Cabe ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos estabelecer os critérios gerais para a outorga de direitos de uso e para a cobrança por seu uso. A secretaria executiva do Conselho Nacional de Recursos Hídricos tem a função de coordenar o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos. Os Comitês de Bacia Hidrográfica deverão estabelecer os mecanismos de cobrança pelo uso de recursos hídricos e sugerir os valores a serem cobrados. As Agências de Água têm a função de gerir o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos em sua área de atuação.

2 - IMPORTÂNCIA DOS DADOS DENTRO DA LEI DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS

O conhecimento de uma bacia hidrográfica só é possível desenvolvendo-se estudos topográficos, geológicos, climáticos, sócio-econômicos, ambientais e hidrológicos. A topografia, geologia, vegetação, condições ambientais e sócio-econômicas podem ser conhecidas com um estudo físico da área e um acompanhamento futuro de possíveis mudanças. No entanto, o clima e o regime hidrológico somente são conhecidos se dispusermos de um histórico de séries de dados hidrometeorológicos observados na região. Isto não se consegue de imediato. Quanto maior o histórico, melhor a distribuição espacial dos postos e melhor a qualidade dos dados, melhor será o conhecimento da bacia hidrográfica estudada.

O Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos, deve reunir, dar consistência e divulgar os dados e informações sobre a situação qualitativa e quantitativa dos recursos hídricos no Brasil.

A confiabilidade dos dados hidrometeorológicos, que já é de vital importância para o setor elétrico, tornou-se ainda mais importante, uma vez que será ferramenta básica para a outorga do direito de uso e para a cobrança pelos usos da água.

¹ FURNAS Centrais Elétricas S.A.

Rua Real Grandeza, 219 - bloco A/602, 22.283-900 - Rio de Janeiro - RJ

Email: alba@furnas.gov.br

Concordando com a importância que esta lei atribui às informações sobre a disponibilidade hídrica das bacias dentro da política de gestão dos recursos hídricos no país, as autoras consideram que a experiência acumulada por FURNAS, na operação de postos hidrometeorológicos e no uso destes dados, podem ser de utilidade para aqueles que irão gerir o Sistema de Informações de Recursos Hídricos.

3 - UTILIZAÇÃO DOS DADOS HIDROMETEOROLÓGICOS EM FURNAS

FURNAS Centrais Elétricas possui 9 usinas hidrelétricas em operação, totalizando um controle sobre uma área de 276.200 Km², considerando as áreas em estudo de novos projetos este controle sobe para 366.700 Km². Para conhecimento desta área, atualmente a empresa utiliza dados de 193 postos hidrometeorológicos distribuídos nas bacias dos rios Tocantins, Paraíba do Sul, Paranaíba, Corumbá e Grande.

3.1 - Hidrologia

A hidrologia em FURNAS é desempenhada por duas divisões: a Divisão de Estudos e Projetos Hidrotécnicos, ligada à área de projetos e soluções de engenharia e a Divisão de Hidrologia, ligada à operação das usinas.

No caso das usinas em operação, os dados hidrometeorológicos são utilizados, diariamente, na previsão de vazão afluente aos reservatórios, para estabelecimento da disponibilidade de geração elétrica de cada usina.

No projeto de uma nova usina, a série de dados hidrometeorológicos é utilizada para dimensionamento dos equipamentos e das mais importantes estruturas.

Durante a fase de construção da usina, é realizada previsão de afluência diária, utilizando os dados pluviométricos, fluviométricos e previsão meteorológica, visando a segurança do sítio da obra.

Em todas estas utilizações, a precisão dos dados e frequência de coleta dos mesmos são decisivos, tanto no aspecto econômico, como no de segurança.

Nas bacias onde a coleta e transmissão dos dados é feita de forma convencional, o procedimento é a leitura dos dados pelos observadores locais que enviam estes, via rádio HF ou telefonia pública, para a usina ou obra mais próxima, onde o dado é implantado no banco de dados da empresa. Na previsão de vazão afluente, os dados hidrometeorológicos são utilizados no modelo de simulação hidrológica SSARR.

FURNAS utiliza os postos do DNAEE/ANEEL pagando ao observador para realizar a leitura e transmitir os dados. A manutenção destes postos continua sendo de responsabilidade da CPRM.

FURNAS instala e opera réguas limnimétricas nos locais onde estão previstos futuros aproveitamentos, detalhamento das séries históricas para estudo. Diversas miras, para estudos de modelo reduzido, também são instaladas próximas aos eixos dos aproveitamentos em fase de construção. Estas réguas limnimétricas tem caráter provisório e após a conclusão dos estudos são desativadas, ficando somente uma a jusante, para confirmação do cálculo de vazão defluente da usina.

3.2 - Recursos Computacionais

Os recursos computacionais destinam-se desde à coleta do dado básico, até à recuperação de informações gerenciais sobre condições hidrometeorológicas das bacias hidrográficas e da situação hidráulica dos aproveitamentos, abrangendo o histórico, o presente em tempo real e o futuro previsto.

No ambiente computacional corporativo de grande porte, residem bancos de dados implantados há vários anos, onde estão armazenadas as séries históricas utilizadas nos estudos e projetos dos aproveitamentos de FURNAS, e que vêm sendo utilizadas com os dados recebidos das redes de medição em operação. No mesmo ambiente residem aplicativos para estudos e projetos hidrotécnicos, aplicativos para cálculo de medições de vazão líquida e sólida, modelos de simulação hidrológica, parâmetros de projeto e séries históricas das usinas em operação. O mainframe é IBM 3270, com sistema operacional MVS e os bancos de dados em DATACOM. Os usuários acessam o sistema através de terminais.

Em ambiente de rede de microcomputadores é executado o acompanhamento de rotina das redes de medição hidrometeorológica e da operação hidroenergética dos aproveitamentos, bem como os aplicativos de suporte à operação e obras, tais como previsão de vazões afluentes. O software de rede atualmente utilizado é o Netware Novell 4.1, e o Sistema de Hidrometeorologia de Furnas - SHF tem servidor de arquivos dedicado, dual, modelo Compaq Proliant 2000. Os usuários acessam o sistema através de microcomputadores conectados à rede corporativa de FURNAS. Parte dos dados adquiridos através desta rede são transferidos para os bancos de dados do mainframe.

Esta arquitetura atual está evoluindo para um ambiente cliente/servidor, com banco de dados único a ser implantado em um servidor Oracle, que integrará os dados hoje armazenados no mainframe e no servidor Novell. Funções específicas terão subsistemas próprios, mas o armazenamento e disseminação dos dados será sempre através do servidor de banco de dados. Subsistemas específicos já implantados controlam a rede telemétrica do Alto Tocantins (software HSQ/MISER, em sistema operacional Open VMS, workstation Digital DEC200 dual), o Sistema de Aquisição de Imagens e Tratamento de Dados Meteorológico (software GSC/Metpro, em sistema operacional IRIX, workstations Silicon Graphics) e, em fase de implantação o sistema de detecção de descargas atmosféricas. Os usuários acessarão o sistema através de rede local (Escritório Central) e remota (usinas, subestações, obras), prevendo-se uma larga utilização de Intranet.

Com a privatização da empresa, ou mesmo com a divisão em empresas de geração e transmissão, esta estrutura deverá ser revista, já que recursos existentes hoje poderão migrar para empresas diferentes.

4 - CASO EXEMPLO - BACIA DO ALTO TOCANTINS

Embora FURNAS opere uma rede com postos em várias bacias, selecionamos a bacia que drena à usina de Serra da Mesa como exemplo. Nesta bacia a empresa opera sozinha todos os postos. Desta forma, será possível mostrar as dificuldades encontradas, as melhorias implantadas e os ganhos obtidos, bem como os custos associados, tanto com a implantação, como com a manutenção destes postos.

A bacia do Alto Tocantins, localizada no estado de Goiás, contribui com uma área de drenagem de 50.975 km² à Usina de Serra da Mesa. A precipitação média anual varia de 1.300mm a 1.700mm. As precipitações não se distribuem igualmente ao longo do ano, sendo seu regime tipicamente tropical, com máximas no verão e mínimas no inverno. Cerca de 80% das chuvas registradas durante o ano ocorrem no período novembro-março, sendo dezembro e janeiro os meses mais chuvosos. Em contrapartida, o período maio-setembro totaliza, em média, apenas 5% da chuva anual.

4.1 - Histórico

No período de 1989/1990, o antigo DNAEE deixou de operar diversos postos hidrométricos. Nesta ocasião, FURNAS resolveu atribuir a operação e manutenção dos postos de seu interesse às equipes de hidrometria lotadas nas obras das usinas de Serra da Mesa (bacia 20) e de Corumbá (bacia 60).

No caso do Alto Tocantins, nesta mesma ocasião, foi especificada uma rede de postos com comunicação por voz, composta de 9 postos pluvio-fluviométricos, 16 pluviométricos e 1 meteorológico, para fornecer dados a serem utilizados na previsão de vazões diárias à obra. Para esta rede, FURNAS instalou rádios HF em locais que não dispunham de telefonia pública. Os observadores passaram a fazer a leitura e repassar os valores lidos para a obra, que implantava os dados no SHF e os encaminhava, via arquivo, para o Escritório Central.

Com a implantação da rede telemétrica este procedimento vai continuar por um período de dois anos, para checagem da confiabilidade do novo sistema.

A seguir detalharemos a estrutura operativa da rede do Alto Tocantins, durante o período de 1992 a 1997.

4.2 - Hidrometria

Gostaríamos de ressaltar a importância dos serviços de hidrometria para qualquer órgão, público ou privado, que necessite conhecer uma bacia e lembrar que este serviço é dinâmico e contínuo. No caso exemplo aqui apresentado, a dinamicidade entre equipes não ficou evidente, por se tratar de uma única bacia. No entanto, na época de cheias, os deslocamentos de equipes de bacias vizinhas acrescentam ganhos à operação das redes. Após a passagem de uma cheia, faz-se necessário avaliar as mudanças na seção transversal para confirmar a equação da curva-chave em vigor, o que ressalta a necessidade de continuidade nos trabalhos hidrométricos.

4.2.1 - Hidrometria de Campo - os trabalhos da equipe de campo são divididos basicamente em três categorias: operação preventiva, viagens extraordinárias e período de cheias, descritos a seguir.

Operação Preventiva: a a equipe de hidrometria opera e mantém metade das estações em 15 dias, volta à obra, dá manutenção nos postos do sítio da obra, volta para a outra metade dos postos e retorna à

obra, num total de 60 dias. Desta maneira, são realizadas, a cada dois meses, visitas aos postos, com os seguintes objetivos:

- Manutenção preventiva das estações, sejam convencionais ou telemétricas;
- Medições de descarga líquida para atualização de curva-chave;
- Medições de descarga sólida para acompanhar o tempo de vida útil da usina;
- Medições de qualidade d'água para acompanhamento das condições causa/efeito na corrosão de turbina, assim como possíveis distúrbios ecológicos;
- Avaliação e instruções aos observadores das estações convencionais;
- Manter sempre atualizados os equipamentos e efetivamente funcionando, de acordo com as normas estabelecidas no manual do DNAEE.

Viagens Extraordinárias: eventualmente, em função das interrupções devido à falha de equipamentos, quando da implantação de novos postos ou na complementação de novos equipamentos podem ser necessárias viagens extraordinárias para atender a outros requisitos.

Períodos de Cheias: no período de níveis altos, e em função das necessidades de cada local, pode haver deslocamentos para realizar medições de descargas líquida ou sólida dos picos de cheias.

4.2.2 - Equipe de escritório - apoiando a equipe de campo é mantida uma equipe técnica de escritório, com a finalidade de realizar as seguintes atividades:

- Coordenar os trabalhos de campo;
- Receber os dados fornecidos pelas equipes de campo;
- Interpretar os gráficos e digitar as leituras dos aparelhos registradores convencionais;
- Digitar as leituras anotadas em boletins pelos observadores hidrometeorológicos;
- Acompanhar as leituras hidrometeorológicas;
- Preparar para digitação as medições de descargas líquidas, medições de descargas sólidas e levantamento de seções transversais;
- Acompanhar os resultados de laboratório das medições sólidas;
- Acompanhar as transmissões diárias de dados telemétricos;
- Providenciar, na manutenção corretiva, a mobilização das equipes de campo;
- Manter as fichas descritivas atualizadas de todas as estações hidrometeorológicas.

4.2.3 - Custos. fizemos uma avaliação do custo de implantação e manutenção da equipe de hidrometria para um período de cinco anos e para esta implantação devemos ter, no mínimo, os seguintes equipamentos:

	Equipamentos	Custo (R\$)	Vida Útil (meses)	Custo Mensal (R\$)
Hidrometria	Molinete Completo	2.850,00	60	47,00
	Guincho 35m-completo	1.800,00	36	83,00
	Lastro 15 Kg	200,00	60	3,00
	Lastro 30 Kg	350,00	60	5,00
	Caixa Contadora Pulsos	900,00	36	42,00
	200m cabo de aço 3/16	1.200,00	24	125,00
Topografia	Nível Completo	1.200,00	60	20,00
	2 miras topográficas	300,00	24	30,00
	2 balisas topográficas	100,00	24	10,00
Transporte	Caminhonete (C20 4.1)	30.000,00	24	3.125,00
	Barco	1.500,00	24	155,00
	Motor Popa 25 HP	2.500,00	24	260,00
Total				3.905,00

Tabela 1 - Custos de Investimentos em Equipamentos a nível mensal

Um teodolito completo (R\$ 4.000,00), e um GPS (R\$ 1.000,00) são necessários para a equipe, mas sua utilização foi avaliada em somente 5% do tempo. No caso de FURNAS, estes equipamentos são compartilhados com a topografia.

SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS.

Gramado, RS, de 5 a 8 de Outubro de 1998

Não estão computados os custos dos equipamentos usados em escritório, telefonia, utilização do espaço físico da empresa, viagens e pro-labore dos engenheiros hidrólogos e hidrotécnicos que dão apoio a esta operação.

	ITEM	Salário Mensal e Encargos (R\$)	Custo Mensal (R\$)
Mão De Obra	Hidrometrista Senior	2.210,00	2.210,00
	Hidrometrista Junior	1.105,00	1.105,00
	Auxiliar de Campo	663,00	663,00
	Observadores	2.300,00	2.300,00
		Sub-total	6.278,00
		Salário/Dia	
Diárias De Viagens	Hidrometrista Senior	80,00	1.200,00
	Hidrometrista Junior	80,00	1.200,00
	Auxiliar de Campo	80,00	1.200,00
		Sub-total	3.600,00
		Consumo Mensal	
Transporte	Gasolina para carro	500 litros	450,00
	Gasolina para barco	30 litros	27,00
	Óleo 2T para barco	2 litros	10,00
	Manutenção carro	R\$ 200,00	200,00
	Manutenção barco	R\$ 20,00	20,00
Material	Gráficos	R\$ 20,00	20,00
	Madeiras para Régua	R\$ 100,00	100,00
	Tinta, pincéis, etc..	R\$120,00	120,00
	Pilhas, parafusos, etc..	R\$ 20,00	20,00
	Cimento, brita, etc...	R\$ 30,00	30,00
	Réguas hidrométricas	R\$ 70,00	70,00
		Sub-total	1.067,00
			10.945,00

Tabela 2 - Custo Mensal de uma equipe de hidrometria de campo

4.3 - Telemetria Automática

No caso da usina de Serra da Mesa houve uma parceria de FURNAS com o setor privado. Na especificação de seus equipamentos, foi incluída a aquisição de uma rede automática de coleta e transmissão dos dados hidrometeorológicos dos postos situados em sua bacia de drenagem.

A especificação técnica deste sistema foi realizada por uma equipe de FURNAS, sendo o sistema adquirido pela empresa Serra da Mesa Energia, parceira no empreendimento.

O sistema de telemetria da usina de Serra da Mesa conta com uma estação central e uma rede de medição e transmissão automática de dados. Esta rede é composta de vinte e sete plataformas de coleta de dados, sendo 3 estações meteorológicas, 16 pluviométricas e 8 pluvio-fluviométricas.

A comunicação com o Escritório Central é feita através do sistema de satélite Standard-C da organização INMARSAT.

A recepção e tratamento dos dados é feita na estação central, instalada no escritório central de FURNAS. Os dados recebidos são transferidos automaticamente para o banco de dados do Sistema de Hidrometeorologia de FURNAS (SHF).

As características do sistema de coleta de dados e transmissão automática tem grande versatilidade, sendo possível ter frequência de coleta e transmissão diferenciada de uma estação para outra, assim como alterar esta frequência a partir da sede da empresa, em Botafogo - RJ. A plataforma de coleta de dados faz crítica local dos dados coletados e informa qualquer situação de alerta que ocorra segundo os parâmetros estabelecidos para cada posto.

5 - CONCLUSÕES

A operação de postos hidrometeorológicos é bastante trabalhosa e requer seriedade daqueles que se dispõem a fazê-lo, de modo que os dados obtidos tenham a exatidão necessária. A instalação

dos postos não é suficiente: mesmo os postos automáticos necessitam de manutenção periódica. Um dos fatores mais importantes para o sucesso na operação de uma rede é a equipe de hidrometria que a atende.

Alguns dos mais importantes ganhos obtidos por FURNAS ao optar pela operação dos postos por equipes de hidrometria próprias foram:

- Com o esquema de operação de cheia, as curvas-chave puderam chegar a medições de 80% do nível máximo observado, sendo que quando FURNAS começou a operar estes postos, só tínhamos medições de até 30% do nível máximo observado. Desta maneira, a parte alta da curva-chave quase não precisou ser extrapolada.
- Na ocasião da escolha dos locais para implantação de estações telemétricas da usina de Serra da Mesa, ganhou-se muito tempo. Os engenheiros hidrólogos viajaram aos locais previamente determinados pelo hidrometrista senior, e posteriormente, na relocação de locais que se fizeram necessárias, o conhecimento da área pelo hidrometrista foi fundamental.
- Na definição da curva-chave da estação telemétrica de Fazenda Cajupira, a equipe de hidrometria ficou acampada no local por 10 dias, fazendo medições durante uma cheia. Foram realizadas 36 medições, definindo assim, uma curva-chave boa, num tempo recorde. Além disto, não houve prejuízo nas medições de vazão dos outros postos, pois, a equipe do escritório se mantinha em contato com os observadores monitorando a passagem da cheia nos outros locais e orientando o deslocamento da equipe de campo, caso se fizesse necessário.
- O atendimento frequente às necessidades de cada posto cria um laço importante entre o observador e a equipe de hidrometria. Um exemplo disto é o caso de Uruana, onde no período de 89/91 o observador continuou fazendo leituras, mesmo sem o pagamento por parte da CPRM.
- A equipe de hidrometria dedicada continua sendo de grande importância, mesmo após a instalação da rede de coleta e transmissão automática dos dados. A rede telemétrica de Serra da Mesa, com um ano de operação, já motivou viagens extraordinárias da equipe para solucionar diversos problemas, tais como: gado que derrubou o poste do padrão dos postos Móquem e Jaraguá; asas de insetos que entupiram os pluviômetros da região da Chapada dos Veadeiros; casulo de marimbondo que travou as básculas do pluviômetro de Porteiras; entrada de rã no pluviômetro de Pirenópolis que motivou envio de índices pluviométricos errados e arraste do sensor de nível do tipo pressão no posto de São Luiz do Tocantins.

Outro ganho obtido com o monitoramento através da rede de postos hidrometeorológicos de Serra da Mesa foi a possibilidade de acompanhar o enchimento do reservatório e repassar estas informações para as populações locais.

6 - REFERÊNCIAS

Canellas, A.V.B; Oliveira, L.C.K. e outros. (1997). A Experiência de Furnas na Especificação e Implantação da Rede Telemétrica de Serra da Mesa, XII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Anais 1, 353-359, Vitória-ES.

AGRADECIMENTOS

Ao engenheiro Erton Carvalho, que sempre incentivou e apoiou os serviços hidrométricos e ao projeto da Rede Telemétrica, ao técnico senior Ricardo Henrique Muller, que com sua experiência organizou e gerenciou toda a implantação dos serviços de hidrometria em FURNAS.