

AVALIAÇÃO DA IMPLANTAÇÃO DE UMA REDE TELEMÉTRICA DE QUANTIDADE E QUALIDADE D'ÁGUA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL

Mônica de Aquino G. M. da Hora¹, M.Sc.; Paulo Roberto F. Carneiro¹;
Flavio José Lyra¹; Celso dos Santos Pelizari¹; Patrick T. Thomas¹

Resumo - O presente trabalho apresenta os critérios adotados para a implantação de uma rede telemétrica de estações remotas localizadas ao longo do rio Paraíba do Sul e seus principais afluentes, dotada de sensores de quantidade e qualidade da água, coleta e tratamento contínuos dos dados, serviços de manutenção e medições de descargas líquidas e sólidas.

Atualmente, os dados de qualidade são coletados pelos órgãos de meio ambiente dos três estados (SP, MG e RJ), seguindo orientações legais e normativas próprias de cada um. Com relação aos dados de quantidade, a ANEEL conta atualmente com 233 postos fluviométricos e 87 postos pluviométricos em funcionamento na bacia do rio Paraíba do Sul.

Considerando a indissociabilidade entre qualidade e quantidade da água, um projeto de monitoramento deverá integrar os dois fatores para o efetivo controle e gestão dos recursos hídricos da bacia. A sua implementação e eficiência deverão ser avaliadas periodicamente, de modo que os custos previstos não sejam extrapolados.

A aquisição automática dos dados permitirá um melhor conhecimento sobre o comportamento hidrológico, hidráulico e de assimilação de carga poluidora dos cursos d'água, instruindo as ações de controle e planejamento ambiental, bem como os processos de outorga e cobrança pelo uso da água.

Abstract - This work presents the criteria adopted for the implantation of a remote station telemetric network located along the Paraíba do Sul river and its main tributaries. This network will be endowed with water quantity and quality sensors, data collection and water and sediment discharges measurements.

Presently, quality data is collected by the environmental agencies of São Paulo, Rio de Janeiro and Minas Gerais States, according to their specific legal and normative orientations. With regard to quantity data, the National Agency for Electric Energy (ANEEL) has 233 hydrologic gages and 87 rainfall stations in operation in the Paraíba do Sul river basin.

¹ Laboratório de Hidrologia e Estudos do Meio Ambiente COPPE/UFRJ, Bloco I - Ilha do Fundão – Rio de Janeiro - RJ- Caixa Postal 68540 - CEP 21945-970

Inasmuch as the association between quality and quantity is considered, a monitoring project should integrate both factors for the effective control and management of the water resources of the basin. Its implementation and efficiency should be periodically evaluated, in order to maintain the estimated costs.

The automatic data acquisition will allow the better understanding about hydrological/hydraulic behaviour and pollutant load assimilation of rivers. This will orient control and environmental planning actions, as well as the bulk water permits and pricing implementation.

Palavras-chave: Rede Telemétrica; Paraíba do Sul.

INTRODUÇÃO

O presente trabalho apresenta os critérios adotados para a implantação de uma rede telemétrica de estações remotas localizadas na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, dotada de sensores de quantidade e qualidade da água, coleta e tratamento contínuos dos dados, serviços de manutenção e medições de descargas líquidas e sólidas. O objetivo da rede é o de promover um conhecimento ambiental profundo da região abrangida, imprescindível para o efetivo controle e gestão dos recursos hídricos.

É uma constante a preocupação com a implantação de um projeto de monitoramento eficaz, sustentável e de longa duração e que permita um conhecimento técnico profundo das sazonalidades hidrológicas, dos principais usos da água, e dos locais considerados estratégicos para controle/emissão de alertas, quando da ocorrência de eventos extremos, pois o crescimento populacional e industrial tem aumentado a demanda por água na região e conseqüentemente o recurso hídrico poderá vir a esgotar a sua capacidade de recuperação em termos de quantidade e qualidade.

O quadro atual apresenta o rio Paraíba do Sul e alguns dos seus principais afluentes com índices de poluição elevados para vários parâmetros, comprometendo seu uso para aquele considerado como o mais prioritário, abastecimento humano.

Descrição da Região em Estudo

A bacia do rio Paraíba do Sul estende-se na Região Sudeste do Brasil por cerca de 55.400km², entre três dos mais desenvolvidos estados do País - São Paulo (13.500km²), Minas Gerais (20.900km²) e Rio de Janeiro (21.000km²). Considerando-se a área de abrangência e os usos da

água, o Rio de Janeiro é o estado onde a bacia hidrográfica adquire maior importância relativa, tendo em vista ocupar metade da extensão do Estado, situar-se a jusante dos demais (recebendo os respectivos impactos dos usos da terra e da água) e ser utilizada para abastecer de água e energia cerca de 80% da população fluminense (aproximadamente 10 milhões de habitantes).

Levando em consideração a magnitude e a complexidade dos problemas ambientais que afetam a qualidade das águas e do ambiente em geral, a bacia do rio Paraíba do Sul representa um grande desafio para a gestão dos recursos hídricos. Pode-se afirmar como mais críticos os problemas relativos à poluição industrial, ao esgotamento sanitário e à erosão na bacia. A erosão, consequência dos extensos desmatamentos e do uso rural inadequado, além de resultar na degradação da capacidade produtiva das terras, contribui para o assoreamento dos rios, o transporte de sedimentos e poluentes (principalmente os produtos químicos utilizados na agricultura) e representa ainda riscos à segurança de pessoas e estruturas (como os sistemas de geração de energia hidrelétrica). Em diversas cidades verificam-se inúmeras áreas de risco de erosão em encostas ocupadas irregularmente, com freqüentes ocorrências de deslizamentos e desmoronamentos de terra. Esse material, carregado para os cursos de água, agrava os fenômenos de inundação causando graves transtornos à população ribeirinha.

Estágio Atual do Monitoramento na Bacia

Desde meados da década de 70, os órgãos de meio ambiente dos três estados (CETESB/SP – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, FEEMA/RJ – Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente e FEAM/MG – Fundação Estadual do Meio Ambiente) vêm atuando no controle das atividades poluidoras na bacia, obedecendo a divisão política do território como fronteira da ação institucional. Dentro desse enfoque, as ações de controle e licenciamento de atividades potencialmente poluidoras seguem orientações legais e normativas próprias, circunscritas aos limites estaduais.

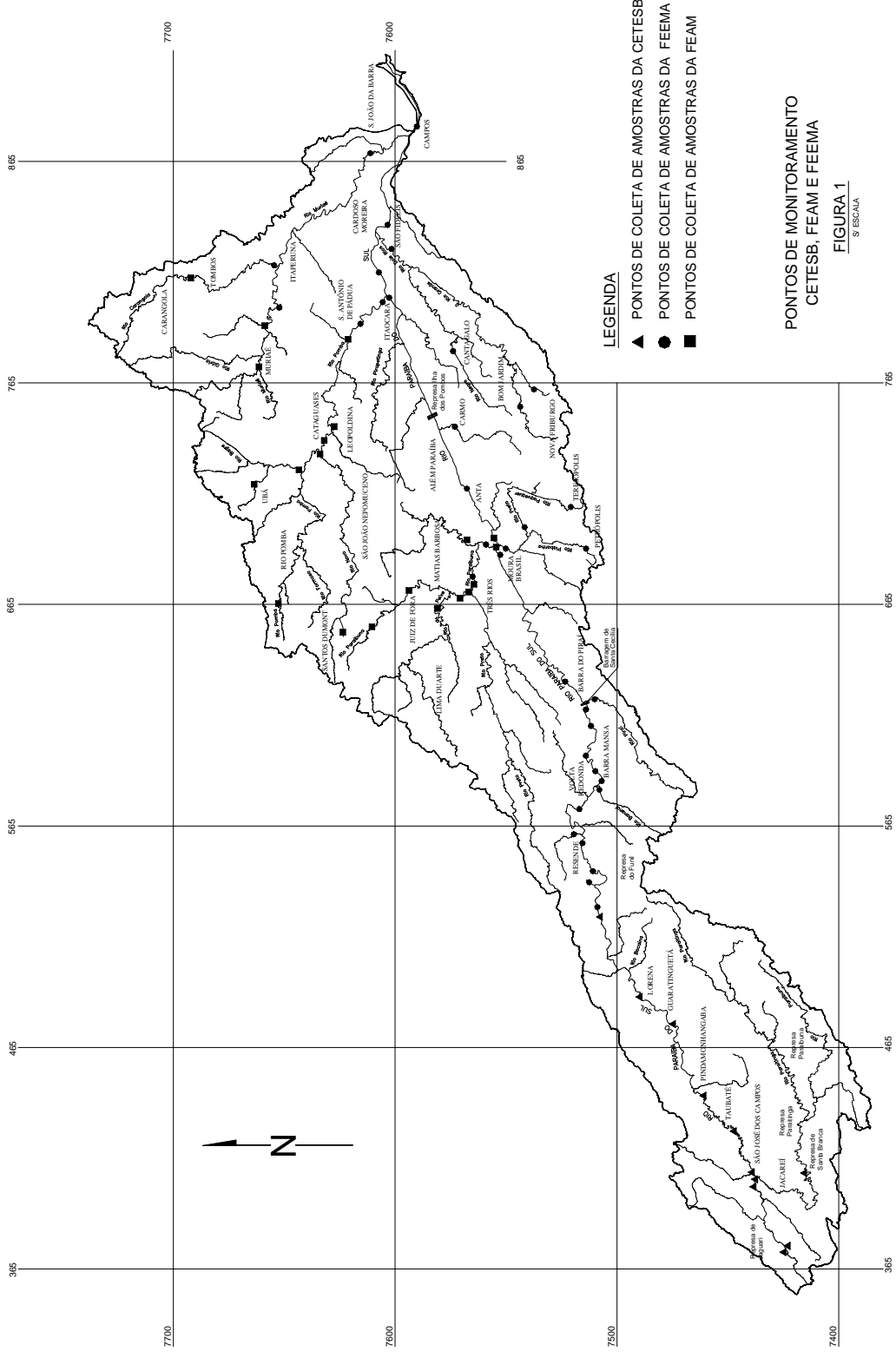
A CETESB é o órgão que mantém uma rede de pontos de monitoramento convencional com maior regularidade na bacia, desde 1974. São onze pontos de amostragens no trecho paulista, sendo sete distribuídos ao longo do rio Paraíba do Sul e quatro no rio Jaguari, afluente da margem esquerda, Figura 1. Esses pontos vinham sendo monitorados com periodicidade mensal até o ano de 1998, porém, dessa data até o presente, a coleta passou a ter freqüência bimensal. As ações de controle de atividades industriais vêm sendo executadas com bastante rigor pela CETESB, com resultados significativos na redução de poluição de origem industrial. Essa tendência de melhora na qualidade da água, em relação a alguns parâmetros provenientes de lançamentos industriais, pode

ser constatada graças a existência de uma boa série histórica de dados de qualidade da água com lacunas de amostragens pouco significativas ao longo desse período.

No trecho mineiro da bacia do rio Paraíba do Sul, os dados mais recentes de monitoramento foram produzidos pela Cooperação Brasil-França, nos anos de 1997 e 1998. A partir de julho de 1998, a FEAM deu continuidade ao monitoramento, incorporando parcialmente a rede de amostragem da Cooperação Brasil-França, no âmbito do Projeto Águas de Minas. Desde então, a FEAM vem monitorando 20 pontos de amostragem, Figura 1, a partir de coletas realizadas com uma frequência trimestral.

No trecho fluminense, a FEEMA iniciou o seu programa de monitoramento em 1980. São monitorados 16 pontos na calha principal do rio Paraíba do Sul e 21 pontos nos afluentes, Figura 1. Atualmente, são realizadas amostragens com uma frequência bimensal na calha principal, à exceção da estação a jusante da CSN onde a coleta é realizada mensalmente, e nos tributários onde as amostragens são trimestrais. Uma vez por ano são feitas análises de sedimento. Embora o período amostrado seja bastante significativo, as discontinuidades ocorridas dificultam a realização de análises mais consistentes de tendências de alteração do quadro de qualidade da água.

Quanto ao monitoramento da quantidade de água, diversas são as entidades, dos setores públicos e privados, que realizam este tipo de atividade na bacia do rio Paraíba do Sul. Das empresas privadas podemos destacar aquelas do setor elétrico que, para controlar a geração de energia, necessitam de um conhecimento aprofundado das sazonalidades hidrológicas da região envoltória aos seus aproveitamentos. Desta forma, as empresas mantêm e operam, com recursos próprios, postos fluviométricos e pluviométricos em locais de interesse.



LEGENDA

- ▲ PONTOS DE COLETA DE AMOSTRAS DA CETESB
- PONTOS DE COLETA DE AMOSTRAS DA FEEMA
- PONTOS DE COLETA DE AMOSTRAS DA FEAM

PONTOS DE MONITORAMENTO
CETESB, FEAM E FEEMA

FIGURA 1
S' ESCALA

Das empresas públicas, responsáveis pela operação e manutenção de postos fluviométricos e pluviométricos na bacia, podemos destacar FURNAS e CESP, o Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE de São Paulo, o IGAM de Minas Gerais e a Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais - CPRM.

Porém, ao contrário dos dados de qualidade de água que muitas vezes ficam inacessíveis ao público em geral, os dados quantidade de água são de mais fácil acesso, uma vez que a maioria destas entidades está, de alguma forma, vinculada à Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL. A ANEEL conta atualmente com 233 postos fluviométricos e 87 postos pluviométricos em funcionamento na bacia do rio Paraíba do Sul, e disponibiliza na Internet parte das informações.

O problema decorre que, apenas recentemente os técnicos envolvidos na gestão dos recursos hídricos estão se dando conta da importância da integração do binômio qualidade-quantidade, pois os monitoramentos realizados até então estavam dissociados.

Este problema ficou evidenciado com a publicação da Lei Federal n.º 9433/97, na questão da implementação da outorga de direito de uso e futura cobrança da água, quando será necessária uma análise mais criteriosa, principalmente de tendências e projeções futuras de usuários, no estabelecimento das vazões mínimas outorgáveis, do lançamento de efluentes e das vazões disponíveis para diluição.

Considerando a indissociabilidade entre qualidade e quantidade, um projeto de monitoramento deve integrar os dois fatores para a efetiva gestão dos recursos hídricos em uma bacia hidrográfica. A sua implementação e eficiência deverão ser avaliadas periodicamente, para que os custos previstos não sejam extrapolados.

A aquisição automática de dados permite um permanente ajuste e calibração de modelos de simulação de quantidade e qualidade da água, visando: adquirir um melhor conhecimento sobre o comportamento hidrológico, hidráulico e de assimilação de carga poluidora dos cursos d'água; instruir ações de controle ambiental, de eventos hidrológicos críticos, e processos de outorga e cobrança pelo uso da água; e finalmente, subsidiar o planejamento ambiental da bacia.

Objetivos do Projeto de Monitoramento Proposto

A implantação de uma rede telemétrica de monitoramento da quantidade e qualidade da água tem como principais objetivos: aumentar o número de pontos monitorados na bacia, integrando os aspectos de quantidade e qualidade da água; adquirir dados em tempo real permitindo gerar séries confiáveis; acompanhar eventos extremos visando alertar os órgãos competentes; estruturar um banco de dados hidrológicos e de qualidade d'água que permita a disponibilização dessas informações às entidades governamentais, empresas e ao público em geral; acompanhar eventos de

enchentes visando alertar os órgãos competentes para mobilização da população passível de ser atingida; fundamentar os processos de outorga e cobrança pelo uso da água; auxiliar no controle das atividades poluidoras; detectar mudanças na qualidade da água permitindo uma ação mais direcionada e eficaz por parte dos órgãos de controle ambiental; e, subsidiar o planejamento e a execução de obras de infra-estrutura, ordenamento da ocupação e uso do solo e estudos hidrológicos para projetos de obras hidráulicas e abastecimento.

Definição da Localização e do Tipo de Estações

A adoção da bacia hidrográfica como unidade de gestão de recursos hídricos requer mudanças de procedimentos no gerenciamento desses recursos naturais, o que pressupõe uma maior articulação institucional e a implementação de mecanismos de planejamento e monitoramento que vão ao encontro dessa nova perspectiva. Nessa abordagem, a implantação de um sistema automático de coleta, transmissão, processamento e armazenamento de dados de qualidade e quantidade da água de forma integrada para toda a bacia é um importante passo nessa direção.

A definição do tipo e localização das estações telemétricas a serem implantadas na bacia foi estabelecida em conjunto com os órgãos de meio ambiente e recursos hídricos dos três estados, considerando o novo enfoque de gerenciamento global da bacia e a melhoria da base de dados para subsidiar as ações de controle das atividades poluidoras.

O monitoramento de qualidade da água por meio de estações automáticas oferece hoje uma enorme gama de opções de parâmetros que podem ser investigados. Dentre eles podemos citar os metais pesados; os nitritos, fosfatos, cianetos, cloretos e fluoretos; os hidrocarbonetos e a amônia; o carbono orgânico total (TOC); os parâmetros químicos e físicos, tais como: temperatura, condutividade, turbidez e pH. Porém, quanto maior for a quantidade de parâmetros determinados pela estação automática mais cara ela será e mais complexa será sua manutenção e operação.

Desta forma, optou-se pelo monitoramento em tempo real de um conjunto de parâmetros básicos, cujas variações temporal e espacial indiquem a ocorrência de poluição de natureza química e orgânica, a saber: pH, condutividade, oxigênio dissolvido, temperatura, potencial REDOX e TOC. Os parâmetros escolhidos permitem a detecção de variações bruscas na qualidade da água, embora não forneçam informações precisas da natureza dessa poluição, porém, com a possibilidade de operação da rede à distância será possível a coleta automática de amostras para análise posterior em laboratório, na ocorrência destas variações.

Para o monitoramento da quantidade de água foram selecionados os parâmetros nível d'água e chuva. Os dados de nível d'água, apoiados com os resultados das medições de vazão, permitem o estabelecimento de uma relação denominada curva-chave. A partir da definição desta função são

geradas as vazões diárias, mensais e anuais. Com base nestes resultados poderão ser elaborados os estudos de vazões extremas, máximas e mínimas, que servirão de base para os níveis de alerta de enchentes, o cálculo das vazões disponíveis para outorga do uso de recursos hídricos, a modelagem do transporte e dispersão de poluentes, a modelagem da propagação de enchentes, etc.

Os dados de chuva permitirão o conhecimento das sazonalidades climáticas da região abrangida pela estação remota, e as séries geradas poderão ser utilizadas em diversos estudos, dos quais podemos destacar: modelos chuva x deflúvio nos locais onde não houver a disponibilidade de informações, estabelecimento das equações de chuvas intensas para diversas durações e recorrências, etc.

A rede telemétrica proposta prevê a implantação de 20 estações remotas localizadas no rio Paraíba do Sul e principais afluentes, sendo 16 do tipo pluviométrica, fluviométrica com qualidade d'água (PFQ) e 4 do tipo pluviométrica, fluviométrica, qualidade d'água e TOC (PFQc). Os locais selecionados são relacionados na Tabela 1 e apresentados na Figura 2.

Tabela 1 - Estações Telemétricas Remotas Propostas

Nº	Posto	Rio	UF	Tipo
1	Jacareí – Captação	Paraíba do Sul	SP	PFQ
2	Jacareí – ponte da Dutra	Paraíba do Sul	SP	PFQc
3	Tremembé – ponte	Paraíba do Sul	SP	PFQ
4	Cruzeiro – Ponte da BR-459	Paraíba do Sul	SP	PFQ
5	Queluz	Paraíba do Sul	SP	PFQ
6	Itatiaia	Paraíba do Sul	RJ	PFQ
7	Volta Redonda – montante	Paraíba do Sul	RJ	PFQ
8	Santa Cecília	Paraíba do Sul	RJ	PFQc
9	Chapéu D'uvas	Paraibuna	MG	PFQ
10	Juiz de Fora – jusante	Paraibuna	MG	PFQc
11	Santa Fé	Paraibuna	MG	PFQ
12	Moura Brasil	Piabanha	RJ	PFQ
13	Três Rios	Paraíba do Sul	RJ	PFQ
14	Cataguases	Pomba	MG	PFQ
15	Santo Antônio de Pádua	Pomba	RJ	PFQ
16	Patrocínio do Muriaé	Muriaé	MG	PFQ
17	Cardoso Moreira	Muriaé	RJ	PFQ
18	Dois Rios	Dois Rios	RJ	PFQ
19	Campos	Paraíba do Sul	RJ	PFQ
20	ETA Guandu	Guandu	RJ	PFQc

PFQ estação pluvio/fluvio com qualidade d'água.

PFQc estação pluvio/fluvio com qualidade d'água, TOC e amostradores automático e manual.

Alternativas para o Sistema de Transmissão

Para avaliação do tipo de transmissão, telemetria, a ser proposto em cada uma das estações remotas foram levadas em consideração as variáveis físicas e climáticas da região do rio Paraíba do Sul, bem como, a eficiência de desempenho dos equipamentos e a relação custo x benefício do sistema de transmissão.

A tecnologia existente para a telemetria de dados é bastante diversificada. A escolha da melhor forma de transmissão deve levar em conta, pelo menos, as seguintes premissas:

- abrangência geográfica e morfológica da região em estudo;
- cobertura de comunicação contínua com as estações remotas de forma bidirecional ou não, considerando inclusive a necessidade de interrogação aleatória, ou emissão de alerta, com intervalo máximo de 15 minutos, no caso de enchentes, ou outros eventos considerados relevantes;
- eficiência de enlace/desempenho dos equipamentos de comunicação entre as estações remotas e a central face ao sistema de telecomunicações selecionado - análise de desempenho;
- custo dos serviços de implantação e transmissão, de modo a minimizar a relação custo x benefício para cada estação remota.

Das alternativas existentes no mercado foram selecionadas aquelas apresentadas na Figura 3, a seguir.

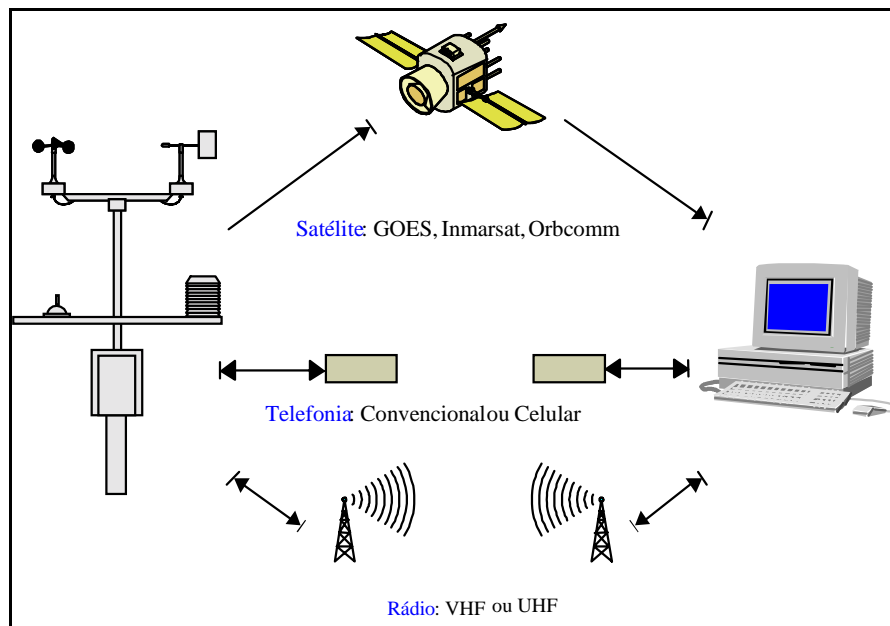


Figura 3 – Alternativas Propostas para Transmissão dos Dados

Com base nas características físicas e climáticas da região em estudo, pode-se concluir, a partir de uma análise criteriosa das alternativas propostas, que:

Telefonia

No caso específico da região hidrográfica do rio Paraíba do Sul, principalmente porque a bacia se estende longitudinalmente entre as serras do Mar e da Mantiqueira, situando-se em relevo muito acidentado, a alternativa de telefonia, seja do tipo convencional ou celular, deve ser descartada.

A justificativa decorre do fato que a recepção/transmissão dos dados é prejudicada pelas distâncias muito grandes, que exigem chamadas interurbanas, conseqüentemente o custo mensal da conta telefônica é considerável. Outro aspecto relevante é a morfologia regional, uma vez que para garantir a eficiência de enlace/desempenho dos equipamentos de transmissão seria imprescindível a instalação de antenas de grande porte em pontos de cumeada das montanhas. O custo de implantação destas antenas supera, em muito, o benefício advindo da implantação de uma estação remota do tipo telemétrica.

Rádio

Apesar desta alternativa não apresentar custo mensal, a despesa com a aquisição e implantação de um sistema de rádio é inegavelmente a mais onerosa. A experiência americana do uso de telemetria via rádio se dá pela concessão do uso de determinadas faixas de frequência através de convênios, principalmente com a Polícia.

No caso específico da região hidrográfica do rio Paraíba do Sul seria necessária, além da busca de convênios com usuários de rádio tais como: Polícia Militar e Corpo de Bombeiros, em cada um dos três Estados (Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais), a implantação de antenas repetidoras de grande porte, cujo custo supera também, em muito, o benefício advindo da implantação de uma estação remota do tipo telemétrica.

Satélite

Considerando as características físicas e climáticas da bacia, é a melhor alternativa de transmissão dos dados das estações remotas. Foram analisados três sistemas: *Inmarsat*, *Orbcomm* e GOES.

O sistema *Inmarsat* é fornecido em duas versões. O *Inmarsat C* apresenta alto consumo de energia e conseqüentes requisitos de maiores baterias ou painéis solares, além do inconveniente de existirem poucos fornecedores de equipamentos para esse sistema. Conseqüentemente, as estações remotas são de alto custo e manutenção complexa. O *Inmarsat D* apesar dos equipamentos serem

mais simples é um sistema novo, sem parque instalado e, segundo as informações levantadas, só existe um único fabricante de equipamentos.

O satélite ORBCOMM opera no Brasil há apenas três anos. A tecnologia oferecida é semelhante a do sistema IRIDIUM, que faliu e cuja rede de satélites está sendo destruída. A cobertura do território brasileiro também não está completa.

O satélite GOES, concebido inicialmente para servir de rede hidrometeorológica das Américas e do Pacífico, requer equipamentos mais simples e de mais fácil manutenção. Foi utilizado exaustivamente para essa finalidade até a evolução das redes telefônicas nos Estados Unidos.

Outro aspecto que deve ser considerado é o custo de operação da rede. As despesas mensais com a transmissão de dados e o custo de manutenção dos equipamentos pode representar uma despesa fixa muito elevada. No caso dos satélites comerciais, o custo de transmissão é diretamente proporcional à quantidade de informações requeridas e ao número de interrogações efetuadas às remotas. O custo de transmissão pode vir a representar um custo significativo na operação da rede telemétrica.

O sistema de satélites GOES é um dos principais sistemas de sensoriamento remoto para o controle meteorológico mundial e tem como uma de suas vantagens comparativas em relação aos satélites comerciais ser de uso gratuito. O governo americano, proprietário do satélite, se reserva ao direito de utilização desses dados, o que não representa nenhum inconveniente visto que um dos objetivos da implantação da rede telemétrica é a disponibilização de informações para a sociedade.

Concluiu-se, desta forma, que o satélite GOES é a opção de telemetria mais adequada para os objetivos do monitoramento de quantidade e qualidade da água da bacia do rio Paraíba do Sul.

Especificações Técnicas das Estações Remotas e Central

O significado do termo estação remota do tipo telemétrica é devido ao seu funcionamento autônomo e automático sem a supervisão diária por parte de um operador. Um processador local recebe os dados dos sensores e os transmite à Estação Central.

Admitiu-se que, as estações remotas não deveriam estar ligadas à rede elétrica comercial, a fim de se evitar problemas de falta de energia e da necessidade da presença de um técnico para religar a remota. Levando em consideração este critério de funcionamento, foi previsto um subsistema de alimentação de energia baseado em painéis solares e baterias que não requerem manutenção, e prevêm a operação contínua com autonomia para 15(quinze) dias, face ao baixo consumo da instrumentação adotada e da comunicação via satélite.

Além da emissão de alerta, face a ocorrência de eventos considerados como extremos, existe a possibilidade da estação remota enviar sinais de supervisão e sua operação, tais como: tensão de bateria baixa e abertura de porta por pessoal não autorizado.

O sistema proposto é previsto para funcionar como um todo, uno e coeso, com capacidade de monitoração por parte da Estação Central e da própria remota. Existe o recurso intrínseco ao *modus operandi* do sistema, de interrogação e alteração de configurações do processador local.

O programa gerenciador das estações remotas deve ser habilitado a detectar erros de transmissão, analisar protocolos de confirmação de recebimentos de sinais dos sensores, emitir sinais de alerta, assim como de, no caso da perda de blocos de mensagens, retransmiti-las quando solicitado. Além disto, deve dispor de recursos que permitam realizar análises de consistência dos dados recebidos dos sensores e realizar análises estatísticas, tais como: média, máximo, mínimo e desvios.

Todos os módulos componentes das estações remotas devem ser protegidos contra a entrada de água, agentes corrosivos e ataques de fungos, insetos e afins.

A Figura 4 apresenta de forma esquemática os arranjos definidos para as estações remotas.

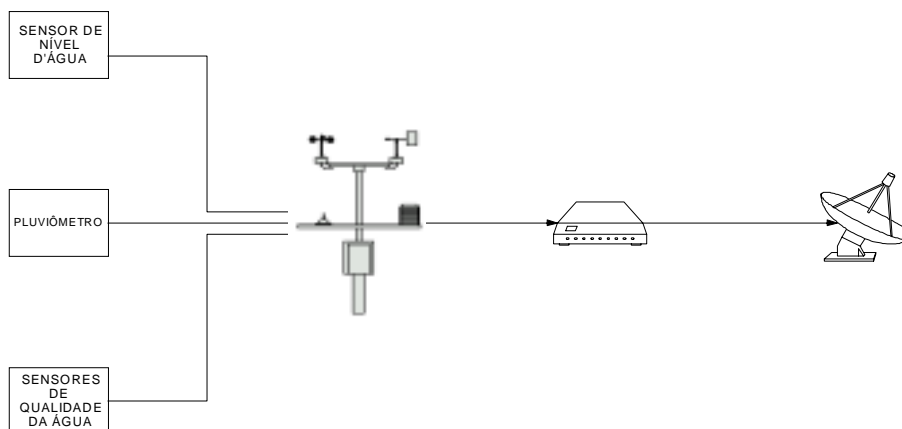


Figura 4 – *Lay-out* das Estações Remotas

A configuração básica das estações remotas propostas, Tabela 2, inclui: sensores, equipamentos de armazenamento e transmissão de dados, equipamentos de alimentação, sistemas de proteção contra vandalismo e descargas elétricas. As especificações técnicas são listadas na Tabela 3.

Tabela 2 - Relação dos Sensores e Equipamentos das Estações Remotas

Pluviométrica/ Fluviométrica/ Qualidade d'água	Sensores
	. quantidade: altura de chuva e nível d'água
	. qualidade: nível d'água, pH, condutividade, oxigênio dissolvido, temperatura, turbidez e potencial REDOX
	Equipamentos de armazenamento e transmissão de dados
	. Datalogger
	. sistema de proteção contra descargas elétricas
	. sistema de alimentação de energia autônomo, composto por baterias e painel solar
	. sistema de transmissão de dados
	. sistema de proteção contra vandalismo
Pluviométrica/ Fluviométrica/ Qualidade d'água Completa	Sensores
	. quantidade: altura de chuva e nível d'água
	. qualidade: nível d'água, pH, condutividade, oxigênio dissolvido, temperatura, turbidez e potencial REDOX
	Equipamentos de armazenamento e transmissão de dados
	. Datalogger
	. sistema de proteção contra descargas elétricas
	. sistema de alimentação de energia autônomo, composto por baterias e painel solar
. sistema de transmissão de dados	
	. sistema de proteção contra vandalismo
	Equipamentos de Análise
	. TOC e Amostradores automático e manual

Tabela 3 : Rede Telemétrica - Especificações Técnicas dos Sensores e Equipamentos das Estações Remotas

Item	Especificações Técnicas
1	<p>Transmissão dos dados: todas as estações deverão estar equipadas com uma antena e um transmissor para o satélite GOES com no mínimo as seguintes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Certificado de homologação emitido pela NOAA/NESDIS; transmissão de dados no canal normal e de emergência; estabilidade do oscilador de +/- 5 ppm por ano; potência máxima de saída de 8 W; antena Yagi construída em material resistente à corrosão; e, antena resistente a ventos de 60 m/s.
2	Baterias blindadas (24 amp - hora).
3	Sistema carregador de baterias alimentado por painel solar (10 watts de potência), com autonomia para 15 dias no mínimo.
4	<p>Coletor de dados: todas as estações deverão estar equipadas com um módulo coletor e processador responsável pela aquisição de sinais, processamento, armazenamento e interfaces de comunicação e visualização de dados. Em sua estrutura básica o coletor deverá possuir no mínimo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 8 entradas analógicas; 4 entradas digitais; 3 contadores de pulsos; interface SDI-12; resolução de 12 bits; interface serial RS232 para configuração e visualização e retirada de dados via notebook; entrada de cartão PCMCIA para retirada de dados; capacidade de armazenamento de 128 kBytes; bateria interna para preservar dados e configuração; intervalo de amostragem de 1 segundo; possibilidade de comunicação dupla simultânea via satélite GOES e rádio/telefone; relógio de tempo real com precisão de 3 segundos/mês. <p>O Coletor de Dados deverá rodar um programa de configuração, visualização e supervisão que permita ao usuário através de interfaces amigáveis:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Definir os sensores e estabelecer a periodicidade de coleta, armazenamento e transmissão de dados; monitorar o funcionamento geral do sistema com informações sobre o processamento, eventuais falhas de alimentação de energia, reinicializações e desvios de relógio; acessar o banco de dados do coletor; visualizar dados em tempo real; inicializar parâmetros.
5	Caixa de acondicionamento do <i>Datalogger</i> , que deverá ter um grau de proteção IP66/NEMA-4.
6	Sensor de nível d'água de pressão, faixa de 0-70 m. Resolução de 0,5cm, precisão de +/- 0,1% do valor máximo da escala. Suporte em ferro galvanizado, cabeamento de comunicação compatível com a entrada do Datalogger. O nível d'água deverá ser medido através de um transdutor de pressão submersível e o sensor deverá ser equipado com um filtro para manter a referência barométrica e proteção contra poeira, bem como ser protegido contra surtos. Grau de proteção NEMA-4.
7	Cabo extra com 20 metros, no mínimo, para o sensor de nível de pressão.
8	Sensor de precipitação tipo balança, faixa de 0-300mm/h, com cabo de no mínimo 6 metros com conectores. Resolução de 0,20 mm e precisão até 24mm/h = +/-1%, de 24mm/h até 120mm/h = +/- 5%. O sensor deverá ser resistente à corrosão e a sua forma deverá minimizar os efeitos de vento.
9	Sonda multiparâmetro de qualidade d'água que deverá medir, pelo menos, os seguintes parâmetros físicos: temperatura da água, pH, condutividade, oxigênio dissolvido, turbidez e potencial REDOX. O equipamento deverá possuir saída de dados em SDI-12, em tempo real, ser próprio para uso em monitoramento ambiental e com proteção contra surtos. Sensor de temperatura: faixa de -5°C até +50°C, com precisão de +/- 0,1°C. Sensor de pH: faixa de 0 até 14 unidades, com precisão de 0,01 unidades. Sensor de oxigênio dissolvido: faixa de 0 até 20 mg/l, com precisão de 0,01 mg/l. Sensor de condutividade: faixa de 0 até 100 mS/cm, com precisão de 4 dígitos. Sensor de turbidez: faixa de 0-1000 NTU, com precisão de +/- 5% . Sensor de potencial REDOX: faixa de -999 a 999 mV, com precisão de 0,1 mV e acuracidade de +/- 20mV.
10	Cabo extra com 20 metros, no mínimo, para a sonda multiparâmetro.
11*	Equipamento para análise de TOC, faixa de 0 a 25 mg/l, com precisão de 2%.
12*	Amostrador portátil, microprocessado, automático, programável para amostragem líquida, em função de tempo ou vazão. Com bomba peristáltica, refrigeração e detetor de líquidos internos. Módulos opcionais para medir vazão, pH, temperatura e outros. Acessórios: unidade básica sem frascos, unidade com 24 frascos de polipropileno de 1000 ml chato, bateria de níquel cádmio, conversor 110V e mangueira de vinil de 9,5 mm com filtro de 7,5 m no mínimo.
13*	Container 3,00 x 2,30 x 2,50 m com bomba, amostrador automático e software.

(*) Equipamentos previstos nas estações do tipo PFQc.

Obs: Todas as estações remotas deverão também possuir interface de comunicação para interligação com um *Notebook* e possibilitar o *down-load* e alteração de configurações do datalogger.

Estação Central

A Estação Central será responsável pela recepção e controle de qualidade da transmissão/recepção e pela disponibilização dos dados de chuva, nível e qualidade d'água coletados em intervalos de hora em hora, e organizados em pacotes a cada 4 horas, intercalados, quando for o caso, por informações aleatórias horárias pontuais de chuva e nível d'água.

Além da aquisição dos dados, o software gerenciador da rede telemétrica deverá também desempenhar as seguintes funções:

- coleta automática e manual de dados;
- criticar (consistir), em tempo real, os dados adquiridos pelos sensores;
- avaliar o estado operacional dos sensores, datalogger e sistemas de comunicação das estações remotas;
- gerar estatísticas de falhas;
- acompanhar a evolução de evento hidrológico;
- definir procedimentos para operar e manter os equipamentos;
- gerar informações hidrológicas numéricas e gráficas.

A Figura 5 apresenta de forma esquemática o arranjo definido para a Estação Central.

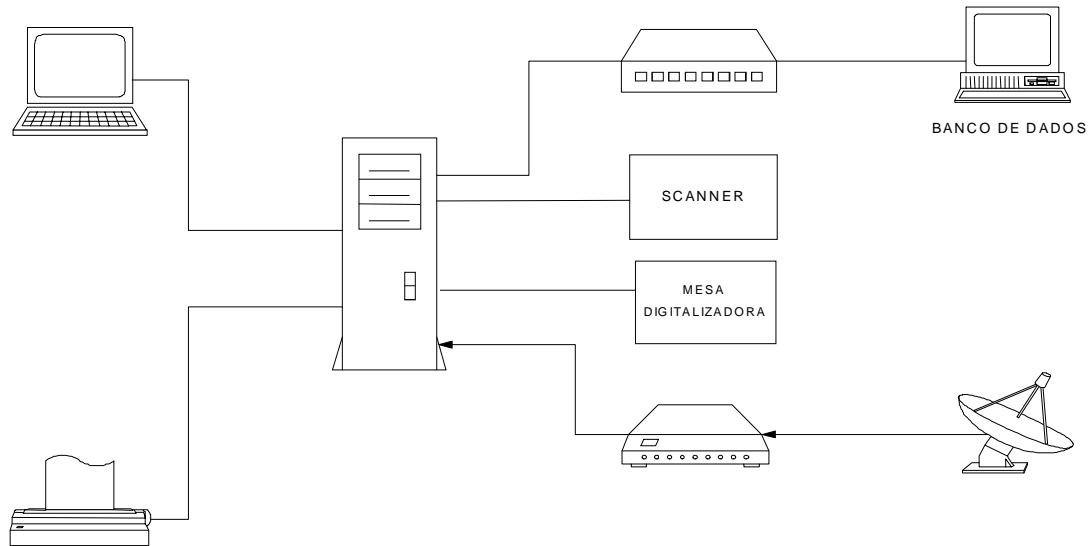


Figura 5 – *Lay-out* da Estação Central

A descrição e especificações dos equipamentos componentes da Estação Central são apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4 - Rede Telemétrica - Equipamentos da Estação Central

Item	Descrição
1	PC desktop tipo Pentium III 1 GHz com: memória 128 MB RAM, HD 20.0 GB, drive CDWriter, Adaptador Ethernet 100BASET ou compatível, monitor 17 SVGA, Zip Drive 250 MB interno, Sistema Operacional Windows NT 2000, Software do Sistema Gerenciador da Rede Telemétrica
2	PC desktop tipo Pentium III 1 GHz com: memória 128 MB RAM, HD 20.0 GB, drive CDWriter, Adaptador Ethernet 100BASET ou compatível, monitor 17 SVGA, Zip Drive 250 MB interno, Sistema Operacional Windows NT 2000 – Workstation adicional
3	Unidade Switch-Over tipo SO11
4	Modem modelo MT5600 para AWSNETCDU
5	Interface de comunicação
6	Servidor de Banco de Dados
7	Licença adicional para o Servidor de Banco de Dados
8	Ferramenta de Desenvolvimento de Banco de Dados
9	Linhas telefônicas digitais disponibilizadas na Estação Central
10	Sistema no-break e baterias para garantia da operação do sistema com autonomia de pelo menos 24 horas.
11	Mesa Digitalizadora - A0 / 36 x 78
12	Scanner de mesa A3 com resolução 1600 x 3200, 42-bits de cor
14	Plotter A1 com 72MB RAM, com mais de 128 milhões de cores, com garantia de 01(um) ano
15	Notebook tipo Pentium III 650 Mhz, 64 Mb, HD 10 Gb, DVD, Fax modem 56 K V90, tela 14"
16	Impressora Inkjet colorida 2800 x 720 dpi
17	Impressora Laser P&B 12 ppm
18	Fax
19	Transmissor de satélite com antena, cabos e acessórios de instalação
20	Protetor contra surtos para sinal UHF
21	Mastro com 2,2 metros

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A adoção de uma rede telemétrica quanti-qualitativa para a bacia do rio Paraíba do Sul implicará numa mudança progressiva na forma de monitoramento dos cursos d'água, uma vez que, a proposta apresentada considera a indissociabilidade do binômio quantidade-qualidade da água. Todo o processo levará a uma reorganização da operação, aquisição e consistência dos dados hidrológicos e de qualidade d'água, tanto da parte da equipe multidisciplinar a ser envolvida, quanto do lado da tecnologia dos equipamentos, infra-estrutura e logística necessárias para o perfeito funcionamento das estações remotas e Central.

A escolha dos locais para a implantação das estações buscou assegurar uma melhor distribuição e abrangência espacial da hidrografia regional, considerando: os principais tributários, os usos e derivações de grande porte; a adequação à rede de monitoramento existente e a representatividade em relação aos fatores impactantes da qualidade da água na bacia.

Adotou-se a estratégia do aumento gradual da complexidade de parâmetros a serem medidos pelas estações, tendo em vista o custo associado ao retorno do benefício e a complexidade da operação e manutenção da rede. Inicialmente, são propostas estações que monitorem um conjunto de parâmetros básicos, porém capazes de detectar variações na qualidade da água e, gradativamente, se necessário, serão adicionados novos parâmetros a serem monitorados. Desta forma, o sistema proposto prevê ampliações futuras de sensores, bem como a operação pela estação Central poderá ser expandida em até 100 estações remotas.

Por outro lado, esta rede deverá permitir um conhecimento em tempo real da situação hidrológica e de poluição química/orgânica do rio Paraíba do Sul e seus principais afluentes, além de realizar, através de modelos matemáticos acoplados ao sistema, as previsões de níveis em locais de interesse para as tomadas de decisões quanto à minimização dos efeitos das enchentes ou estiagens e de alertas de atividades poluidoras.

O arranjo institucional proposto neste trabalho para a entidade responsável pela rede telemétrica seguiu as seguintes diretrizes:

- celebração de um convênio entre a entidade e uma instituição de notório saber na área de monitoramento telemétrico para as atividades de operação e manutenção, uma vez que, este tipo de sistema requer capacitação técnica e a existência de uma infra-estrutura de suporte bem consolidada.
- compra dos equipamentos por meio de um “Edital de Licitação Pública Internacional para a Aquisição de Bens”. Dessa forma, a rede telemétrica será um bem patrimonial da entidade. O Edital consistirá de especificações técnicas para a compra e instalação dos equipamentos, comissionamento e treinamento da equipe técnica que irá operar a rede.

BIBLIOGRAFIA

LABORATÓRIO DE HIDROLOGIA - COPPE/UFRJ, 2000. *Projeto Preparatório para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Paraíba do Sul - Projeto de Concepção da Rede Telemétrica de Monitoramento da Quantidade e Qualidade da Água na Bacia do Rio Paraíba do Sul*. PPG-RE-027-R0. Rio de Janeiro, RJ.