

A PROPOSAL FOR MONITORING CURU RIVER BASIN HYDRIC RESOURCES  
UMA PROPOSTA PARA MONITORAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS DA  
BACIA DO RIO CURU

Mario Borges Mamede Neto

Engº Civil - Coordenador do Grupo Técnico de Hidrologia da  
Administração Central do DNOCS

Heitor Hugo da Silveira

Engº Civil - Chefe do Serviço de Hidrologia da  
2ª Diretoria Regional do DNOCS

Departamento Nacional de Obras Contra as Secas

Av. Duque de Caxias, 1700

60.000 - Fortaleza, CE

BRASIL

RESUMO

A necessidade do controle da água na Bacia do Rio Curu, Estado do Ceará, é evidenciada pela crescente competição e conflito de uso da água. Este trabalho propõe a instalação de sensores climáticos e de nível d'água em cada uma das cinco barragens e vertedouros no Vale do Rio Curu. Os dados seriam enviados por microondas para um computador central. Após a avaliação e análise dos dados, seriam enviadas instruções por microondas para efetuar a operação do reservatório. Desta maneira, um controle em tempo real dos reservatórios do Vale poderia ser obtido com a finalidade de reduzir a perda d'água por evaporação ou perda direta para o mar.

ABSTRACT

The necessity of controlling water in The Curu River Basin, Ceará State, is made evident by the increasing competition and conflict of the use of the water. This plan proposes to install water level and climatic data sensors at each of the five dams and spillways in The Curu River Valley. The data would be sent by micro-wave to a central computer. After the data is analysed and evaluated, commands would be returned by microwave to effect the operation of the reservoirs. In this way a real time control of the valley reservoirs could be obtained in order to reduce the water lost to evaporation or lost directly to the sea.

## 1. CARACTERIZAÇÃO

A bacia do Rio Curu, no Estado do Ceará, representa, pela sua extensão e pelas estruturas de recursos hídricos de que dispõe, uma área importante do ponto de vista econômico e social dentro do estado, com uma superfície de 7900 km<sup>2</sup>, e cinco barragens em operação, sendo três de grande porte (Pereira de Miranda, Caxitoré e General Sampaio), duas de médio porte (Frios e Tejuçuoca), e uma barragem de derivação (Serrota).

Além dessas, já projetadas, existem duas barragens (Paulo e Melancias), ambas de médio porte. Com a construção destas obras, ficam praticamente esgotadas as possibilidades de barramentos no vale.

O aproveitamento de grande parte de seu potencial hidroagrícola é feito de forma intensiva - por um lado - pelos pequenos proprietários das regiões ribeirinhas, por empresas agrícolas, e por pelo menos 2 (dois) grandes projetos de irrigação pública de propriedade do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas, e de forma extensiva - por outro lado - pelos proprietários das regiões mais distantes do leito do Rio Curu.

Assim, na parte mais a jusante da bacia, encontram-se em operação as 1ª e 2ª etapas do projeto Paraipaba, num total de 3470 ha, e em fase final de implantação a 3ª etapa, abrangendo uma área de 4530 ha, perfazendo uma área total de 8000 ha.

Nas proximidades do Açude Pereira de Miranda existe implantada e em funcionamento outra área de 1000 ha.

Além dessas áreas, de responsabilidade do DNOCS, encontram-se em operação vários projetos de irrigação, afetos a particulares, totalizando mais de 3000 ha.

Complementando esses usos (irrigação), temos também o abastecimento das cidades de Caxitoré, General Sampaio, Pentecoste e Umirim, a piscicultura, além de uma pequena geração de

energia elétrica no Açude Pereira de Miranda.

A água represada, cerca de 900.000.000m<sup>3</sup>, é insuficiente, principalmente nos períodos de estiagem prolongada, tornando-se necessário um controle mais efetivo de sua liberação e utilização, para atendimento da demanda.

## 2. PLANEJAMENTO DOS USOS MÚLTIPLOS

Preocupado com a deficiência na distribuição e carência de água no vale, o DNOCS resolveu dotar a bacia do Rio Curu de um sistema moderno de gerenciamento de seus recursos hídricos, através de um plano elaborado por uma equipe de Modelos Gerenciais.

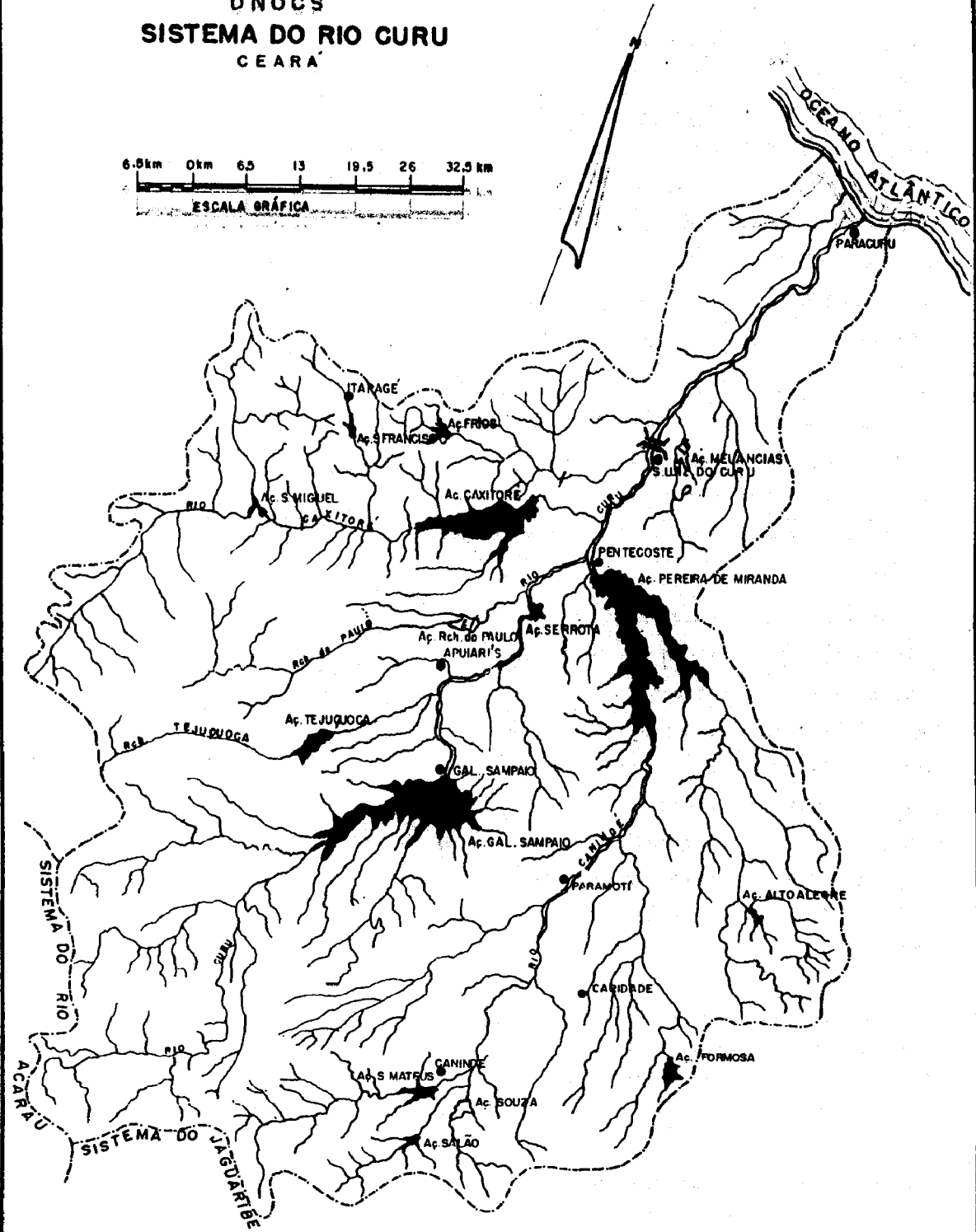
Essa equipe decidiu recomendar uma melhoria no sistema de controle das águas dos açudes, canais do sistema de irrigação e no sistema de captação, bem como nas políticas de operação dos sistemas de barragens, mediante recuperação das comportas dos açudes e dos canais, e uma assistência constante à operação de suas comportas.

## 3. ESTUDOS COMPLEMENTARES

Para implantação do Sistema de Gerenciamento, pretende-se:

- a) fazer uma manutenção geral e constante nas obras de liberação d'água dos açudes;
- b) estabelecer uma definição de política das águas. Algumas pesquisas serão necessárias, demandando algum tempo;
- c) desenvolver um sistema para coleta e tratamento das informações hidrológicas existentes e a serem coletadas;
- d) refazer os estudos hidrológicos do vale, como um conjunto, incluindo barragens construídas e projetadas, sendo avaliadas as disponibilidades hídricas por diferentes critérios de garantia e definição das regras de operação para o conjunto de reservatórios;

# DNOCS SISTEMA DO RIO CURU CEARA



### CONVENÇÕES

- CIDADE
- AÇUDE PROGRAMADO
- AÇUDE EM CONSTRUÇÃO
- AÇUDE CONSTRUIDO

FONTE: Plano de Obras e Estudos

DIPRO - SALA TÉCNICA  
1966 - Redução des. M. Araujo

- e) fazer uma campanha para verificação da eficiência da aplicação das águas e manter um acompanhamento sistemático desta aplicação;
- f) manter contatos com o Governo do Estado e Ministérios, a fim de definir uma política de liberação de água e critérios de outorga;
- g) efetuar a delimitação das áreas irrigadas (sensoriamento remoto);
- h) implantar um sistema de telemedição para melhor controle da liberação da água nos açudes e canais.

Para essa implantação deveremos estabelecer alguns critérios fundamentais ao bom funcionamento, tais como:

- pessoal qualificado;
- treinamento de pessoal;
- equipamentos disponíveis, de boa qualidade e adequados ao fim ao qual se propõem;
- existência de modelos matemáticos compatíveis com a operação do vale;
- operação dos reservatórios a tempo real, principalmente com acionamento das comportas.

#### 4. GERENCIAMENTO

O plano de gerenciamento dos recursos hídricos para o vale é previsto como um instrumento de planejamento, articulado com política de desenvolvimento regional voltada principalmente para a irrigação e desenvolvimento de agroindústrias.

Deverá, entretanto, levar em conta todos os fatores necessários ao desenvolvimento do vale, tais como:

- a) abastecimento d'água e saneamento;
- b) irrigação e drenagem;
- c) produção de energia hidroelétrica de ponta;
- d) controle hidrológico (manejo das bacias e controle de enchentes);
- e) conservação ambiental (proteção de

ecossistemas e aproveitamento de recursos ambientais);

- f) controle das derivações e usos, controle de erosão e controle de poluição.

O plano deverá iniciar os trabalhos por um inventário dos recursos hídricos, que servirá de base à elaboração dos estudos posteriores.

Esse plano constará basicamente de três fases:

- ESTUDO HIDROLÓGICO BÁSICO;
- MODELO DE AVALIAÇÃO/GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS;
- INVENTÁRIO DOS RECURSOS HÍDRICOS REGIONAIS.

O estudo hidrológico básico deverá caracterizar a hidrologia da região, para fins de avaliação dos recursos hídricos, mediante os seguintes passos:

- a) recompilação, análise e síntese dos estudos e dados hidrológicos disponíveis, tanto no âmbito da bacia mas também os relativos a outras bacias hidrográficas potencialmente comparáveis;
- b) levantamento de um inventário de localização de novas obras hidráulicas, com vistas à perenização dos rios e irrigação;
- c) coleta de novos dados, julgados necessários, mediante estudos de curta duração;
- d) determinação de metodologias de tratamento da informação disponível, inclusive por comparação com bacias semelhantes, através do detalhamento das bases metodológicas oferecidas na proposta;
- e) elaboração de informação hidrológica e agrometeorológica a nível operacional, em função dos requerimentos das técnicas de modelização e outros métodos hidrológicos previstos, mediante a preparação de séries históricas básicas, mapas temáticos, etc;
- f) avaliação objetiva do nível de conheci

mento do sistema hidrológico regional (nos aspectos quantitativo e qualitativo e nas fases superficial e subterrânea) permitido pela informação disponível e determinação de diretrizes voltadas à melhora desse conhecimento, inclusive através do aprimoramento da rede regional de observação hidrometeorológica.

O modelo de avaliação/gestão de recursos hídricos, a ser escolhido, único para a região, deverá:

- . abranger a totalidade (até o oceano) da bacia hidrográfica e sub-bacias do Rio Curu e seus afluentes;
- . obedecer a uma configuração, consistente de cinco submodelos interligados:
  - Submodelo 1, orientado basicamente para a obtenção das séries fluviométricas mensais (ou eventualmente decenais) características do período histórico basicamente considerado para cada unidade hidrográfica da região, a partir das séries hidrometeorológicas básicas regionais ou extra-regionais resultantes do Estudo Hidrológico Básico;
  - Submodelo 2, orientado basicamente para a geração de séries fluviométricas sintéticas de longo período, mediante técnicas de hidrologia estocástica em pontos significativos da rede hidrográfica regional (sejam postos fluviométricos ou não);
  - Submodelo 3, orientado basicamente para o estudo de extremos pluvio-fluviométricos (enchentes e secas);
  - Submodelo 4, orientado basicamente para o estudo hidráulico de ações alternativas (projetos), mediante o computador das disponibilidades de água e da produção hidroelétrica num amplo repertório de cenários de desenvolvimento de infra-estrutura hidráulica e de políticas de operação, através de técnicas

estocásticas de simulação associadas a níveis de garantia da disponibilidade do recurso;

- Submodelo 5, orientado basicamente para o estudo de cenários e seleção de alternativas, mediante técnicas de otimização (ou subotimização) sócio-econômica, com ênfase nos relativos à irrigação e agroindústria.

Esse modelo deverá apresentar as seguintes características:

- . permitir a utilização de "Main Frame" ou Micros de 16 e 32 bits;
- . permitir a descrição dos dados de entrada e a especificação do sistema geral em forma de constantes, tabelas, funções e suas combinações, possuindo, para tanto, possibilidade de utilização de linguagens descritivas (BASIC, FORTRAN, PASCAL), à disposição do usuário;
- . permitir qualquer nº de elementos (reservatórios, canais, elevatórias, hidroelétricas, etc) e qualquer extensão de períodos de tempos, possibilitando o uso de séries estocásticas de qualquer dimensão;
- . possibilitar a consideração de qualquer regra operativa dos elementos do sistema, com regras desde anuais a diárias ou horárias, em função de qualquer variável do sistema;
- . permitir o estabelecimento de objetivos a serem atingidos e do nível de propriedade de cada objetivo;
- . possibilitar a consideração de usos múltiplos dos reservatórios;
- . permitir a definição de variáveis, a critério do usuário, tais como índices de qualidade de água, índices econômicos e financeiros, etc.

##### 5. MONITORAMENTO

Instrumentação da Rede Hidrometeorológica

Conforme já descrito anteriormente, a ba

cia do Rio Curu encontra-se com seus recursos hídricos comprometidos na sua totalidade com programas de irrigação intensiva implantados e em implantação.

Face ao exposto, deverá ser implantado um moderno sistema de gerenciamento, utilizando uma política de "operação" de seus reservatórios, minimizando desta maneira as perdas d'água, mediante um bom controle dos níveis e descarga d'água.

Deverá assim, até dezembro de 1990 estar implantado, numa primeira etapa, um programa de telemedição e telecomando composto de nove estações e uma central, instaladas em locais já selecionados, que são:

- Estações de medição e controle:
  - ER-1 Açude General Sampaio
  - ER-2 Açude Frios
  - ER-3 Açude Pereira de Miranda (Pentecoste)
  - ER-4 Açude Caxitoré
  - ER-5 Açude Tejuçuoca
  - ER-6 Captação do Projeto Paraipaba
  - ER-7 Ponte em São Luis do Curu
  - ER-8 Local do Açude do Paulo
  - ER-9 Local do Açude Melancias

A estação central, a ser instalada na cidade de Fortaleza, comunicará-se via telefone com uma gerência de Vale, instalada em Pentecoste.

A estação de Fortaleza será ligada, via satélite, com as nove estações remotas, delas recebendo as informações para processamento, armazenamento e gestão, fornecendo os dados necessários à operação das comportas, via telefone, para a gerência do Vale.

- Descrição das estações

a) Reservatório General Sampaio

Deverão ser instalados 2 (dois) sensores de nível, um no reservatório junto à tomada d'água em poço tranquilizador já existente, objetivando o controle do nível d'água do reservatório e conseqüentemente o

volume disponível ao longo do tempo. Além deste controle, o conhecimento do nível do reservatório é imprescindível para o cálculo e controle das vazões efluentes do reservatório. Assim, o outro sensor de controle de nível deverá ser instalado no canal, a jusante do posto existente. Este controle possibilitará, com o apoio em medições diretas de vazão, a aferição dos órgãos de descarga do reservatório e verificação ao longo do tempo das condições de funcionamento do conjunto de instrumentos instalados no local.

O software da central verificará, em função da demanda, a vazão necessária para liberação, executando o posicionamento da comporta em função do nível do reservatório. Com o controle de jusante e baseado na relação cota x descarga, o procedimento poderá ser verificado, dando alta confiabilidade ao sistema.

Para a parte de comunicação, o sistema de antena será instalado no alto do morro existente na margem direita do reservatório.

b) Reservatório de Frios

Deverá ser instalado um sensor de nível no reservatório junto à tomada d'água em poço tranquilizador.

A estação remota deverá ser instalada na guarita de controle do açude.

A antena ficará localizada em elevação, próximo à ombreira esquerda.

c) Reservatório Pereira de Miranda

Deverão ser instalados três sensores de nível, para controle dos dois canais (Rio Curu e canal de irrigação) e controle do reservatório. Em dois locais já existe um poço

tranquilizador, necessitando instalar apenas um, no canal do rio Curu. A antena deverá ser instalada na parte superior da guarita de entrada do Centro de Pesquisas Ictiológicas do DNOCS.

d) Reservatório Caxitoré

Com o mesmo objetivo descrito para o reservatório de General Sampaio, deverão ser instalados 2 (dois) sensores de nível, um na tomada d'água e outro na margem esquerda do canal, a montante do vertedouro em poço tranquilizador já existente.

A estação remota e sistema de antena deverão ser instalados numa casa de propriedade do DNOCS (antigo controle de pesca) na margem esquerda do canal.

e) Seção da ponte em São Luis do Curu

Esta seção tem a característica de controlar a bacia do rio Curu após a entrada dos principais reservatórios hoje em operação. Para o controle das vazões nesta seção deverá ser instalado um sensor de nível em poço tranquilizador a ser instalado no pilar da ponte, na margem esquerda do rio Curu. A estação remota com o sistema de comunicação (antena) deverá ser instalada em abrigo a ser construído na margem direita junto à Cooperativa (Leite Marangape).

f) Captação do Projeto Paraipaba

Neste local deverão ser instalados dois sensores de nível, um no rio Curu, na margem esquerda a montante da captação, em poço tranquilizador a ser construído para controle da vazão no Curu, e outro no canal principal do Projeto Paraipaba, na margem esquerda em poço existente,

que possibilitará o controle da vazão global do projeto além de verificar a eficiência das bombas utilizadas na adução destas vazões.

g) Reservatório do Tejuçoca

Deverá ser instalado 1 (um) sensor de nível na tomada d'água.

A antena deverá ser instalada na ombreira direita do açude.

h) Reservatórios, do Paulo e Melancias

Estações com características de controle do nível d'água do rio, no local das barragens.

Deverão ser instalados sensores de nível, em poços tranquilizadores, à margem do rio.

O sistema de comunicação (antena) será instalado nas proximidades dos sensores.

i) Estação Central

- 1 (um) Microcomputador, tipo SPARCstation 370; 8 MB de memória RAM, monitor colorido; disco rígido de 981 MB (3 x 327 MB); Winchester de 150 MB.

Destinado à implementação do banco de dados hidrometeorológicos do Nordeste.

- 1 (um) Microcomputador PC AT, Winchester de 40 MB.

Destinado à gestão das barragens do Vale, a partir dos dados formados pelas estações controladoras de nível.

- 1 (uma) Antena.

Destinada à captação dos dados transmitidos via satélite, a ser instalada nos altos do Edifício-sede da Administração Central do DNOCS.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aproveitamento Hidroagrícola da Bacia do Rio Curu. Consórcio Tahal Sondotécnica, 1969.

Projeto Sub-setorial Irrigação II - Ações Complementares. Item: Planejamento Hídrico. DNOCS, Ministério da Irrigação, 1989.

Relatório sobre Monitoramento da Bacia do Rio Curu. Hidrologia S.A., 1989.

SALAS, Jose D.; LABADIE, John W. Proposal for joint studies: Development of Computer-Based Water Management and Control System in Northeast Brazil. Colorado State University (CSU) and The Interamerican Institute for Cooperation in Agriculture (IICA), march, 1988.