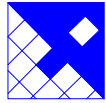




**MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL  
SECRETARIA DE INFRA-ESTRUTURA HÍDRICA**



**INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**



*FUNCATE - Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais*



**PROJETO DE TRANSPOSIÇÃO DE  
ÁGUAS DO RIO SÃO FRANCISCO PARA  
O NORDESTE SETENTRIONAL**

**PROJETO BÁSICO**

**TRECHO II – EIXO NORTE  
R10 – SISTEMAS DE SUPERVISÃO, CONTROLE  
E TELECOMUNICAÇÕES**



*FUNCATE - Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais*

**TRECHO II – EIXO NORTE  
R10 – SISTEMAS DE SUPERVISÃO, CONTROLE  
E TELECOMUNICAÇÕES**

# **PROJETO TRANSPOSIÇÃO DE ÁGUAS DO RIO SÃO FRANCISCO PARA O NORDESTE SETENTRIONAL**

## **MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL**

### **Secretaria de Infra-Estrutura Hídrica**

**Ministro de Estado da Integração Nacional: Fernando Luiz Gonçalves Bezerra**

Secretário de Infra-Estrutura Hídrica: Rômulo de Macedo Vieira

Coordenador Geral: João Urbano Cagnin

## **INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**

Diretor Interino: Volker W. J. H. Kirchhoff

## **FUNCATE – Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais**

Gerente: José Armando Varão Monteiro

Coordenador Técnico: Antônio Carlos de Almeida Vidon

Coordenador Técnico Adjunto: Ricardo Antônio Abrahão

Brasília, abril de 2001

Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais - FUNCATE

Projeto de Transposição de Águas do Rio São Francisco para o Nordeste Setentrional; Trecho II – Eixo Norte - R10 – Sistemas de Supervisão, Controle e Telecomunicações. – São José dos Campos: Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais – FUNCATE, 2001.

25 p

1. Transposição de Águas; Telecomunicações
- I. Trecho II – Eixo Norte – R10 – Sistemas de Supervisão, Controle e Telecomunicações

CDU 556.5:621.39

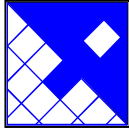
**FUNCATE:**

Av. Dr. João Guilhermino, 429, 11º Andar – Centro

São José dos Campos – SP

CEP: 12210-131

Telefone: (0XX 12) 325 1399 Fax: (0XX 12) 341 2829



**FUNCATE**

**Fundação de Ciência,  
Aplicações e Tecnologia  
Espaciais**

Projeto	Data
Verificação	Data
Aprovação	Data
Aprovação	Data
Código FUNCATE EN.B/II.RF.EL.0001	Data

Rev.	Data	Folha	Descrição	Aprovação	FUNCATE	
					Data	Aprovação

**PROJETO DE TRANSPOSIÇÃO DE ÁGUAS  
DO RIO SÃO FRANCISCO PARA O  
NORDESTE SETENTRIONAL  
*PROJETO BÁSICO***

**TRECHO II - EIXO NORTE  
R10 - SISTEMAS DE SUPERVISÃO, CONTROLE  
E TELECOMUNICAÇÕES**

# PROJETO TRANSPOSIÇÃO DE ÁGUAS DO RIO SÃO FRANCISCO PARA O NORDESTE SETENTRIONAL

## Equipe

*José Armando Varão Monteiro: Gerente*

*Antônio Carlos de Almeida Vidon: Coordenador Técnico*

*Ricardo Antônio Abrahão: Coordenador Técnico Adjunto*

***Akira Ussami: Chefe da Equipe de Geotecnia:***

*Geverson Luiz Machado – Engenheiro Civil*  
*Gislaine Terezinha de Matos – Engenheira Civil*  
*Newton Bitencourt Santos – Engenheiro Civil*

***Nobutugu Kaji: Chefe da Equipe de Geologia***

*Aloysio Accioly de Senna Filho – Geólogo*  
*Fábio Canzian – Geólogo*  
*José Frederico Büll – Geólogo*  
*Wilson Roberto Mori – Geólogo*  
*Fernando Bispo de Jesus – Técnico de Campo*  
*José Antonio Santos Subrinho – Técnico de Campo*

***Anibal Young Eléspuru: Chefe da Equipe de Hidráulica e Hidrologia***

*Giovanni Magnus Dantas Amaro – Engenheiro Civil*  
*Rafael Guedes Valença – Engenheiro Civil*  
*Sérgio Bianconcini – Engenheiro Civil*

***José Carlos Degaspere: Chefe da Equipe de Estrutura***

***José Ricardo Junqueira do Val: Chefe da Equipe de Orçamento e Planejamento***

*Roberto Lira de Paula – Engenheiro Civil*

***Ricardo Carone: Chefe da Equipe de Engenharia Mecânica***

***Sidnei Collange: Chefe da Equipe de Engenharia Elétrica***

***Sandra Schaaf Benfica: Chefe da Equipe de Produção***

*Aleksander Szulc – Projetista*  
*Antonio Muniz Neto – Projetista*  
*Carla Costa R. Pizzo Atvars – Projetista*  
*Florencio Ortiz Martinez – Projetista*  
*João Luiz Bosso – Projetista*  
*Leandro Eboli – Projetista*  
*Rubens Crepaldi – Projetista*  
*Ricardo Sanches – Desenhista*  
*Mônica de Lourdes Sampaio – Auxiliar Técnica*

### **Infra Estrutura e Apoio**

*Ana Julia Cristofani Belli – Secretária*  
*Maria Luiza Chiarello Miragaia – Secretária*  
*Célia Regina Pandolphi Pereira – Assistente Adm. Especializada*  
*Carlos Roberto Leite Marques – Assistente Administrativo*  
*Juliana Cristina Ribeiro da Silva – Técnica de Informática*  
*Jacqueline Oliveira de Souza – Auxiliar Administrativo*  
*Marcelo Pereira Almeida – Auxiliar Administrativo*  
*Priscila Pastore M. dos Santos – Auxiliar Administrativo*  
*Juliano Augusto do Rosário – Mensageiro*  
*Maria Aparecida de Souza – Servente*

### **Consultores**

*Francisco Gladston Holanda*  
*Luiz Antonio Villaça de Garcia*  
*Luiz Ferreira Vaz*  
*Nick Barton*



## Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

---

### APRESENTAÇÃO

O presente documento se constitui no Relatório R10 – SISTEMA DE SUPERVISÃO, CONTROLE E TELECOMUNICAÇÕES, parte integrante do **Projeto Básico do Trecho II – Eixo Norte**, referente ao PROJETO DE TRANSPOSIÇÃO DE ÁGUAS DO RIO SÃO FRANCISCO PARA O NORDESTE SETENTRIONAL, elaborado pela FUNCATE através do contrato INPE/FUNCATE nº 01.06.094.0/99.

O Projeto de Transposição está sendo desenvolvido com base no Convênio nº 06/97-MPO/SEPPE – celebrado entre o MINISTÉRIO DE INTEGRAÇÃO NACIONAL-MI e o MINISTÉRIO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA-MCT e seu INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS-INPE.

O **Projeto Básico do Trecho II – Eixo Norte** compõe-se dos seguintes relatórios:

- R1 Descrição do Projeto
- R2 Critérios de Projeto
- R3 Sistemas de Adução e Geração nos Reservatórios Jati e Atalho
- R4 Sistema Adutor – Canais, Aquedutos, Tomadas de Usos Difusos, Túneis e Estruturas de Controle
- R5 Barragens e Vertedouros
- R6 Bases Cartográficas
- R7 Sistema de Drenagem
- R8 Geologia e Geotecnia
- R9 Estudos Hidrológicos e Sedimentológicos
- R10 Sistemas de Supervisão, Controle e Telecomunicações
- R11 Modelo Hidrodinâmico e Esquema Operacional
- R12 Sistema Elétrico
- R13 Canteiros e Sistema Viário
- R14 Cronograma e Orçamentos
- R15 Dossiê de Licitação
- R16 Memoriais de Cálculo
- R17 Caderno de Desenhos



ÍNDICE	PG.
<b>1 . OBJETO E OBJETIVO .....</b>	<b>1</b>
<b>2 . CARACTERIZAÇÃO DAS ESTRUTURAS .....</b>	<b>1</b>
2.1 Estruturas de Controle .....	1
2.2 Tomadas D' Água de Uso Difuso .....	1
2.3 Estruturas de Derivação .....	2
<b>3 . DESCRIÇÃO DOS SISTEMAS INTEGRANTES DAS TELECOMUNICAÇÕES .....</b>	<b>2</b>
3.1 Sistema de Transmissão .....	2
<b>4 . DESCRIÇÃO DO SISTEMA DIGITAL DE SUPERVISÃO E CONTROLE .....</b>	<b>3</b>
4.1 Estrutura Hierárquica do Sistema .....	3
4.1.1 Nível 1 .....	3
4.1.2 Nível 2 .....	3
4.1.3 Nível 3 .....	4
4.2 Requisitos de Comunicação .....	4
4.3 Requisitos Funcionais do SDSC .....	4
4.3.1 Filosofia de Operação - Modos de Funcionamento e Recursos .....	4
4.3.2 Funções de Aplicação .....	4
4.3.3 Funções de Suporte .....	5
4.3.4 Funções de Configuração .....	8
<b>5 . DETALHAMENTO DE SISTEMA DE TELECOMUNICAÇÕES .....</b>	<b>10</b>
<b>5.1 Sistema de Transmissão de Fonia e Dados - STFD .....</b>	<b>10</b>
5.1.1 Arquitetura Básica do STFD .....	10
5.1.2 Dimensionamento do Sistema .....	10
5.1.3 Distribuição de Fibras Ópticas .....	11
5.1.4 Equipamentos das Estruturas de Controle .....	11
5.1.5 Equipamentos das Tomadas D'água de Uso Difuso .....	11
5.1.6 Equipamentos das Estruturas de Derivação .....	11
5.1.7 Características Técnicas dos Equipamentos de STFD .....	12
<b>5.2 Sistema de Comunicação Via Satélite .....</b>	<b>14</b>
5.2.1 Arquitetura Básica Sistema de Comunicação Via Satélite .....	14
Figura 5.2 .....	14
5.2.2 Equipamentos .....	14
5.2.3 Características Técnicas/Operacionais .....	15
<b>6 . DETALHAMENTO DO SISTEMA DIGITAL DE SUPERVISÃO E CONTROLE .....</b>	<b>16</b>
<b>6.1 Sistema Digital de Supervisão e Controle .....</b>	<b>16</b>
6.1.1 Arquitetura Básica do Sistema Digital de Supervisão e Controle .....	16
6.1.2 Equipamentos do SDSC .....	16
6.1.3 <i>Software</i> do SDSC .....	17
6.1.4 Características Técnicas do Sistema Digital de Supervisão e Controle .....	18
6.1.5 Requisitos de <i>Software</i> .....	23
<b>7 . MEDIDORES DE VAZÃO E NÍVEL .....</b>	<b>24</b>
<b>8 . RELAÇÃO DOS DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA .....</b>	<b>25</b>



### 1 . OBJETO E OBJETIVO

O objeto deste relatório é o PROJETO DE TRANSPOSIÇÃO DE ÁGUAS DO RIO SÃO FRANCISCO PARA O NORDESTE SETENTRIONAL.

Este relatório tem como objetivo apresentar o escopo do sistema digital de supervisão e controle, doravante referenciado por SDSC, e do sistema de telecomunicação necessários para a implantação das estruturas de controle dos reservatórios, tomadas d'água de uso difuso e estruturas de derivação do Trecho II.

### 2 . CARACTERIZAÇÃO DAS ESTRUTURAS

#### 2.1 Estruturas de Controle

O projeto desenvolvido considerou as seguintes estruturas de controle:

Reservatório dos Porcos equipado com 3 (três) comportas;

Reservatório do Boi equipado com 4 (quatro) comportas.

As comportas do tipo segmento, com controle de nível a montante e a jusante, são operadas por controle de vazão, pela abertura ou fechamento de cada comporta, telecomandado, ou operacional, por comando local. O acionamento das comportas foi idealizado com dois servomotores óleo-hidráulicos, um em cada lateral da comporta, com uma central de pressurização de óleo única.

Para a manutenção das comportas segmento, foi previsto um jogo de painéis de comportas-ensecadeiras para fechamento a montante e a jusante, isolando uma comporta segmento de cada vez. Para movimentação dos painéis das comportas-ensecadeiras, a montante e a jusante, serão utilizados caminhões tipo *Munck*.

A alimentação dos sistemas elétricos das Estruturas de Controle será através de uma linha de distribuição em 13,8 kV proveniente de subestação ou derivação de linha da concessionária local a ser definida no projeto executivo.

Nas Estruturas de Controle serão instalados transformadores abaixadores de 13.800-380/220 V, com potência necessária a cada tipo de instalação.

No caso das estruturas de controle, além da alimentação externa deverá ser previsto um conjunto formado por bateria e carregador de bateria que alimentará as cargas necessárias ao fechamento de emergência das comportas.

#### 2.2 Tomadas D' Água de Uso Difuso

O projeto desenvolvido considerou que as Tomadas de Uso Difuso serão de dois (02) tipos diferentes a saber:

- Tomadas D'Água de Uso Difuso nos canais, com bombeamento, com capacidade de 0,1 m<sup>3</sup>/s, 0,2 m<sup>3</sup>/s e 0,5 m<sup>3</sup>/s, serão equipadas com bombas, com controle de vazão, telecomandado, ou operacional por comando local;
- Tomadas D'Água de Uso Difuso nos canais, sem bombeamento, com capacidade de 0,1 m<sup>3</sup>/s, 0,2 m<sup>3</sup>/s e 0,5 m<sup>3</sup>/s, serão equipadas com controle de vazão, telecomandado, ou operacional por comando local;

A alimentação dos sistemas elétricos das Tomadas D'Água de Uso Difuso será através de uma linha de distribuição em 13,8 kV proveniente de subestação ou derivação de linha da concessionária local a ser definida no projeto executivo.





## Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

---

Nas Tomadas de Uso Difuso serão instalados transformadores abaixadores de 13.800-380/220 V, com potência necessária a cada tipo de instalação.

### 2.3 Estruturas de Derivação

Existirão cinco Estruturas de Derivação que suprirão as vazões estabelecidas para cada região abrangida pela transposição, a saber:

- Estrutura de Derivação para Usina Jatí, com capacidade de 89,0 m<sup>3</sup>/s, adução simples, bifurcada, e que será equipada com dois registros, duas válvulas dispensoras com capacidade de 44,5 m<sup>3</sup>/s cada, com controle de vazão, telecomandado, ou operacional por comando local;
- Estrutura de Derivação para Usina Atalho, com capacidade de 89,0 m<sup>3</sup>/s, adução simples, bifurcada, e que será equipada com dois registros, duas válvulas dispensoras com capacidade de 44,5 m<sup>3</sup>/s cada, com controle de vazão, telecomandado, ou operacional por comando local;
- Estrutura de Derivação na barragem dos Porcos, com capacidade de 7,0 m<sup>3</sup>/s, adução simples, bifurcada, e que será equipada com dois registros, duas válvulas dispensoras com capacidade de 3,5 m<sup>3</sup>/s cada, com controle de vazão, telecomandado, ou operacional por comando local;
- Estrutura de Derivação na barragem Cuncas, com capacidade de 3,0 m<sup>3</sup>/s, adução simples, bifurcada, e que será equipada com dois registros, duas válvulas dispensoras com capacidade de 1,5 m<sup>3</sup>/s cada, com controle de vazão, telecomandado, ou operacional por comando local;
- Estrutura de Derivação na barragem Cuncas, com capacidade de 50,0 m<sup>3</sup>/s, adução simples, bifurcada, e que será equipada com dois registros, duas válvulas dispensoras com capacidade de 25,0 m<sup>3</sup>/s cada, com controle de vazão, telecomandado, ou operacional por comando local;

A alimentação dos sistemas elétricos das Estruturas de Derivação será através de uma linha de distribuição em 13,8 kV proveniente de subestação ou derivação de linha da concessionária local a ser definida no projeto executivo.

Nas Estruturas de Derivação serão instalados transformadores abaixadores de 13.800-380/220 V, com potência necessária a cada tipo de instalação.

## 3 . DESCRIÇÃO DOS SISTEMAS INTEGRANTES DAS TELECOMUNICAÇÕES

Para dar suporte às atividades de Operação, Manutenção e Administração do Empreendimento serão instalados os seguintes Sistemas de Telecomunicações a serem complementados aos sistemas especificados no Trecho I: Telefonia, Transmissão e Radiocomunicação.

### 3.1 Sistema de Transmissão

Permitirá a comunicação de dados entre o CCO, a EB-I/3, as Estruturas de Controle, Tomadas D'água de Uso Difuso e Estruturas de Derivação. Permitirá também a comunicação de dados entre as Estações Hidrológicas e Meteorológicas com o CCO.

A comunicação entre o CCO, a EB-I/3, as Estruturas de Controle, Tomadas D'água de Uso Difuso e Estruturas de Derivação será feita através de:

- Cabos Ópticos subterrâneos do tronco principal (que interligarão as EB-I/3 e as Estruturas de Controle, Tomadas D'água de Uso Difuso e Estruturas de Derivação) terão 06 pares de



## Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

---

fibras e o número de fibras dos cabos das derivações para as Estruturas de Controle, Tomadas D'água de Uso Difuso e Estruturas de Derivação está dimensionado em função dos canais necessários.

- Serão designadas fibras ópticas dedicadas às transmissões de dados. O Multiplex será apenas de voz.
- A comunicação entre o CCO e as estações hidrológicas e meteorológicas será feita por meio de link via satélite, com equipamentos transmissores-satélite-receptores que permitirão a comunicação de dados a até 19.200 bits por segundo entre o CCO e as estações hidrológicas e meteorológicas.

### 4 . DESCRIÇÃO DO SISTEMA DIGITAL DE SUPERVISÃO E CONTROLE

#### 4.1 Estrutura Hierárquica do Sistema

A estrutura hierárquica do SDSC das estruturas de controle dos reservatórios, estruturas de derivação e tomadas d'água de uso difuso foi concebida em três níveis funcionais, conforme representado no desenho EN.B/II.DS.EL.0010.

##### 4.1.1 Nível 1

O nível inferior do SDSC, identificado como nível 1, corresponde aos subsistemas locais de aquisição de dados e controle relativos aos elementos das estruturas de controle dos reservatórios, estruturas de derivação e tomadas d'água de uso difuso.

Os equipamentos do nível 1 do SDSC, quais sejam, as unidades de aquisição e controle (UAC) formam subsistemas funcionalmente autônomos e independentes entre si e dos níveis superiores, no que se refere à execução das funções básicas de controle, intertravamentos, automatismos, medições operacionais e de faturamento necessárias à operação correta e segura dos equipamentos.

No sistema serão incluídas as interfaces convencionais que farão a interligação da UAC com o processo e possibilitarão a parada automática convencional das motobombas.

Existirá uma UAC para cada estrutura de controle dos reservatórios, estrutura de derivação, tomada d'água de uso difuso e posto de medição remoto. Estas UACs efetuarão a aquisição dos dados de supervisão, medição e controle e efetuarão os comandos de ligar e desligar bombas, abrir e fechar comportas ou válvulas. Não serão necessárias IHMs para essas UACs.

No caso das estruturas de controle deverá ser previsto um sistema convencional, para fechamento de emergência das comportas, que independa de comandos externos e energia externa. As comportas serão fechadas com atuações das chaves de níveis altos dos reservatórios.

##### 4.1.2 Nível 2

O nível 2 do SDSC localizado na EB-I/3 é responsável pela supervisão e controle das estruturas de controle dos reservatórios, estruturas de derivação e tomadas d'água de uso difuso referentes ao Trecho II. Desta forma, através dos equipamentos do nível 2 da EB-I/3, poderão ser medidos níveis dos reservatórios, efetuar o controle das comportas ou válvulas das estruturas de controle, a supervisão e telecomando das tomadas d'água de uso difuso associadas.

O nível 1 das estruturas de controle dos reservatórios, estruturas de derivação e tomadas d'água de uso difuso do Trecho II será integrado ao nível 2 da EB-I/3.



### 4.1.3 Nível 3

O nível 3 sendo o responsável pela supervisão e controle dos equipamentos e sistemas de todo o empreendimento, compreendendo as estações de bombeamento, sistemas de transmissão de 230 e 6,9kV, estruturas de controle dos reservatórios, estruturas de derivação, tomadas d'água de uso difuso e postos de medição remotos, a ele também será integrado o nível 1 referente ao Trecho II.

### 4.2 Requisitos de Comunicação

A comunicação entre as UACs das estruturas de controle, tomadas d'água de uso difuso e estruturas de derivação será efetuada por rede ótica de alta velocidade, preferencialmente de 100Mbps/s, padrão *Ethernet*, configuração em anel, com característica de sistema aberto, constituído de cabo óptico, com instalação subterrânea.

A comunicação entre o nível 2 do SDSC e o CCO é efetuada por redes óticas redundantes de alta velocidade, padrão *Ethernet*, com características de sistema aberto, constituídas fisicamente de cabos em fibra óptica dispostos nos condutores de proteção contra descargas elétricas nas linhas de transmissão de 230kV (OPGW).

Existirá ainda comunicação via satélite para a transmissão/recepção dos dados dos postos de medição remotos dos reservatórios mais distantes.

### 4.3 Requisitos Funcionais do SDSC

#### 4.3.1 Filosofia de Operação - Modos de Funcionamento e Recursos

O sistema proverá recursos para que se possa integrar aos consoles do nível 2 e nível 3 especificados no Trecho I (R17 Tomo III Parte 19).

#### 4.3.2 Funções de Aplicação

Caberá ao SDSC efetuar:

- Os cálculos das vazões efluentes e afluentes;
- A monitoração dos níveis de montante e de jusante;
- Comandos de abrir e fechar comportas;
- Comandos de abrir e fechar válvulas dispersoras;
- Comandos de partida e parada de motobombas das tomadas d'água de uso difuso.

##### 4.3.2.1 Monitoração dos Níveis e Cálculos das Vazões Efluentes e Afluentes

Os níveis de todos os reservatórios, vazões de todas as estruturas de controle e tomadas d'água de uso difuso pertencentes ao trecho serão monitorados pelo SDSC e portanto estão incluídos no projeto, medidores de níveis e de vazões tipo ultra-sônico ou eletromagnético para este fim.

Os valores dos níveis dos reservatórios serão transmitidos para o nível 2 mais próximo, via rede *Ethernet* ótica, e destas para o CCO via OPGW, conforme apresentado no relatório R11 do Trecho I. Os níveis dos reservatórios mais distantes serão transmitidos diretamente para o CCO por comunicação via satélite.

Os níveis associados aos tempos de resposta do sistema (e portanto curvas de tendências) são parâmetros imprescindíveis para a determinação do recalque em cada estação de bombeamento do Trecho I.



### 4.3.3 Funções de Suporte

Os equipamentos de nível 1 utilizarão suas capacidades de processamento no sentido de diminuir as cargas dos processadores de nível superior e as necessidades de comunicação entre equipamentos componentes da configuração do sistema. Como regra geral, todos os processamentos serão realizados nos níveis mais próximos do processo.

Na estrutura hierárquica do SDSC de cada estrutura de controle, estrutura de derivação ou de cada tomada d'água de uso difuso, os equipamentos de nível 1 serão responsáveis pela interface com o processo, executando coleta e tratamento de dados (conversão A/D, detecção, datação e sinalização de violações de limites operacionais e inconsistências, etc.), memorização temporária de estados binários e de grandezas analógicas, formação de seqüências de eventos, comandos individuais e seqüências de manobras, intertravamentos de segurança, controle contínuo, e quando aplicável, processando algoritmos de otimização operacional.

Os níveis 2 e 3 do SDSC, especificados no Trecho I, são responsáveis pela execução de todas as funções de aplicação referentes ao controle centralizado e ao gerenciamento operacional e de manutenção. O processamento de tais funções é dependente da execução de um conjunto de outras funções qualificadas como de suporte, típicas de sistemas aplicativos configuráveis para o controle de cada estrutura de controle dos reservatórios, estruturas de derivação e tomadas d'água de uso difuso, e que estão especificadas a seguir.

#### 4.3.3.1 Coleta e Aquisição de Dados

A função global de aquisição de dados é realizada em duas instâncias:

- Coleta de dados realizada de forma cíclica pelas UAC do nível 1 através de varreduras contínuas dos sinais analógicos e binários do processo, com ciclos de varredura pré-definidos e configuráveis entre intervalos de 1 segundo a 1 hora, tratamento local e atualização da sua base de dados para utilização própria e pelos processadores de nível superior.
- Aquisição de dados propriamente dita, por meio de varreduras cíclicas realizadas pelos processadores de nível superior do SDSC, para atualização dos dados de processo e dados calculados, necessários ao desempenho das funções de aplicação.

A função de aquisição de dados executará uma varredura de iniciação nas seguintes condições:

- Qualquer iniciação do sistema.
- Qualquer iniciação parcial ou total de uma ou mais UAC.
- Restabelecimento de comunicação com qualquer UAC.
- Recolocação de qualquer UAC no ciclo de varredura.

Esta função executará varreduras de integridade de forma cíclica ou por solicitação do operador, sendo o período de varredura um parâmetro configurável da base de dados.

#### 4.3.3.2 Tratamento de Dados e Formação da Base de Dados

Esta função tem por objetivo efetuar os processamentos necessários aos dados coletados pela função de aquisição de dados, visando atender às necessidades de supervisão, controle e comando que serão oferecidas pelo sistema aos operadores.

As medições analógicas adquiridas do processo serão submetidas ao seguinte processamento:

- Os sinais analógicos serão adquiridos por varreduras cíclicas, a uma taxa fixa. Os sinais analógicos lentos serão submetidos a um processo de validação.



## Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

---

- Processamento de banda morta, para determinação de variação ou não da medida.
- Verificação da existência de inibição de atualização da grandeza, através da pesquisa de atributos, na base de dados, associados aos pontos.
- Atualização da base de dados em tempo real.
- Detecção e sinalização de violações de limites de razoabilidade de dados analógicos digitalizados, baseados em taxas máximas de variação.
- Detecção e sinalização de violações de limites operacionais utilizando-se dos atributos associados a cada grandeza. De um modo geral, para cada grandeza existirá dois limites superiores, dois inferiores e um limite de módulo da taxa de variação, cada um deles associado a uma banda morta (configurável na base de dados) que definirá o retorno à normalidade de uma variável, que será também detectado e sinalizado.
- Datação da detecção de violação para fins de registro de eventos.
- Qualificação de dados:
  - Atribuição de *flag* indicativo de valor não confiável aos dados que tenham violado limites de razoabilidade.
  - Atribuição de *flag* indicativo de limites superior ou inferior excedido.
  - Supressão de *flag* após o retorno à normalidade.

Grandezas obtidas através de cálculo terão o mesmo tratamento que as adquiridas.

Medições numéricas serão submetidas a um processamento equivalente ao das medidas analógicas, conforme a aplicação específica.

Os dados de estado adquiridos do processo serão submetidos ao seguinte processamento:

- Quando detectada uma transição, os sinais binários de eventos serão validados por uma segunda leitura com intervalo entre leituras de aproximadamente 10 ms. O instante associado ao evento será marcado na UAC e será sempre o da primeira leitura. Os sinais binários de eventos sofrerão também uma filtragem prévia por *hardware* para eliminação de falsos dados *bouncing*, com tempos que não prejudiquem a seqüência de eventos.
- Haverá nas UACs um sistema de verificação de entradas e geração de alarmes de falha de *hardware* em qualquer das entradas quando da varredura cíclica dos canais.
- Os sinais binários serão transmitidos pelas UACs aos processadores de nível superior em mensagens periódicas de solicitação. Para minimizar a taxa de ocupação dos meios de comunicação, é requerida a transmissão por exceção, isto é, somente são transferidos os valores das entradas que variaram desde a última transferência. A transferência integral de dados dar-se-á periodicamente em varreduras de integridade solicitadas pelos processadores de nível superior.
- Quando alguma grandeza binária apresentar mais de uma mudança de estado entre duas varreduras consecutivas dos processadores de nível superior, isto será reportado pelas UACs. No caso de eventos, os estados intermediários serão informados com a devida datação.
- Todas as associações entre sinais binários, tais como múltiplos sinais para leitura de estado de equipamentos, grupos de sinais para medições numéricas etc., bem como totalização de horas de operação de equipamentos e de sinais de contagem de número de manobras serão tratadas na própria UAC.



## Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

---

- Comparação do estado atual com o existente na tabela de dados, para detecção de alteração de estado.
- Verificação da existência de atributo de inibição de atualização associado ao ponto.
- Datação da alteração detectada, para fins de registro de operação e/ou registro seqüencial de eventos, com referência de tempo da UAC.
- Será possível identificar alterações de estado por detecção de complementaridade (dois estados complementares caracterizando o estado de um dispositivo), com alarme temporizado programável para os estados instáveis.
- Atualização da base de dados em tempo real.
- Dados obtidos através de cálculos terão o mesmo tratamento que os adquiridos.

### 4.3.3.3 Comando de Dispositivos do Processo

Esta função objetiva alterar estados de dispositivos e valores de variáveis, a partir de solicitações de atuação efetuadas manualmente pelos operadores ou automaticamente pelo sistema.

As funções de controle nas UACs serão programadas em linguagem de alto nível para controle de processos. Estas funções serão plenamente configuráveis e programáveis pelo usuário, utilizando relés internos, temporizadores, comparadores, contadores, registros, blocos funcionais avançados etc.

Cálculos de controle referentes ao seqüenciamento, quando aplicáveis, serão executados após cada varredura de variáveis digitais e analógicas associadas a um algoritmo particular de seqüenciamento.

As seleções local-remoto somente poderão ser efetuadas junto ao equipamento controlado ou no painel da UAC respectiva.

O sistema será projetado de modo que, em caso de falha na comunicação com o processo, seja possível atualizar esta informação manualmente.

Quando o controle estiver em automático, a saída do programa de controle atuará diretamente nos elementos finais de controle associados.

Tendo em vista que o comando de dispositivos do processo é uma função crítica do sistema, a sua execução será cercada de medidas de segurança proporcionais à responsabilidade do comando a ser efetuado. Dentre os requisitos de segurança a serem observados, destacam-se os seguintes:

Existência na UAC, para um mesmo equipamento, de dois comandos distintos, um para acionar e outro para desacionar o equipamento associado.

Proteções por *software* contra o acionamento de saída que esteja desabilitada ou inibida, e proteção por *hardware* e *software* para acionamento múltiplo simultâneo de saídas.

As UACs possibilitarão a execução de funções locais de automatismo através de equações de decisão lógica para realização de estratégias de controle, seqüenciamento de comandos e intertravamento, conforme indicado a seguir. Os automatismos, conforme as necessidades de controle, poderão ser ativados pelo operador ou desencadeados por condições específicas que ocorram no processo.

Implementar a ação de comando em diversas etapas, tais como seleção/execução/confirmação de execução (por *software*).



## Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

---

Implementar níveis de autoridade para execução do comando, associados ao operador e ao modo de funcionamento dos consoles.

Implementar esquemas que assegurem ao primeiro solicitante de uma ação de comando, o exclusivo uso deste recurso sobre um mesmo equipamento, setor, área ou região do processo.

Verificar as condições de permissão para a execução do comando pretendido (intertravamentos), definidas a partir de operações lógicas entre quaisquer variáveis do processo ou seus atributos.

Execução do comando *check before operate* por *software*.

Implementar, onde aplicável, seleção e confirmação antes da efetiva implementação *time out* de seleção e de execução do comando.

Possibilitar o cancelamento de um comando previamente selecionado, até o momento imediatamente anterior à fase de execução.

### 4.3.3.4 Seqüência de Eventos

Trata-se do registro cronológico do comportamento de variáveis do processo durante perturbações ou operações transitórias, visando a análise da operação. Esta função compreende, basicamente, a detecção, a datação, o arquivamento e a restituição de alterações de valores lógicos de sinais binários.

Qualquer evento ocorrido ou variáveis calculadas serão incluídas na lista de eventos. A aquisição e datação dos sinais dos equipamentos controlados se dará nos próprios equipamentos de nível 1.

Esses equipamentos serão concebidos para aquisição de determinados eventos ocorridos, selecionados para criar um registro seqüencial dos mesmos, com a resolução especificada, e armazená-los em memória local, com marcação de tempo. A cada varredura dos processadores de nível superior, as UACs reportarão os registros de seqüência de eventos, de modo a liberar o espaço de memória para novas gravações.

Informações geradas nos níveis 2 e 3 do SDSC e ações do operador serão datadas pelos próprios equipamentos. A resolução para os eventos detectados nas UACs será de 1ms.

As ocorrências de eventos serão espontâneas e aleatórias, resultado do próprio comportamento do processo ou decorrentes de solicitações/comandos do operador. A aquisição e o registro se darão contínua e automaticamente, sem qualquer agrupamento por área do processo ou por intervalo de tempo.

### 4.3.3.5 Sincronização de Horário Calendário

#### a) Difusão do Horário para os Equipamentos do Nível 1 do SDSC

Será disponibilizado uma linha de sincronismo, que percorrerá todas as instalações de cada estrutura de controle dos reservatórios, estrutura de derivação e tomada d'água de uso difuso, aonde existam equipamentos de nível 1.

Esta linha sincronismo será utilizada pelos equipamentos de nível 1, do próprio Fornecimento e de terceiros, como referência do exato instante, em substituição à segunda estrutura de dados da mensagem de sincronismo.

### 4.3.4 Funções de Configuração

O *software* do sistema será amplamente configurável a partir de um conjunto de funções pré-programadas, formando um sistema aplicativo em tempo real.



## Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

---

Atendendo ao conceito de plena modularidade e expansibilidade, o sistema será composto por equipamentos e módulos com funções específicas conectados através de barramentos internos, redes locais e enlaces de comunicação padronizados. Uma vez estabelecida a configuração do *hardware* do sistema e a distribuição funcional, o conjunto de programas será configurado para o atendimento aos requisitos das funções aplicativos. Da mesma forma, sempre que haja uma alteração no sistema, seja de natureza funcional, seja por uma modificação ou ampliação da arquitetura, essa alteração será seguida de uma atualização da configuração dos programas.

O conjunto de rotinas de *software* destinado ao suporte à configuração do sistema fundamentar-se-á em um diálogo sistemático com o operador utilizando os recursos de interface homem-máquina disponíveis nos consoles habilitados a esta atividade e, quando necessário, terminais auxiliares ou microcomputadores portáteis que serão conectados aos equipamentos computacionais para fins de configuração.

A configuração dar-se-á por um procedimento administrado pelo sistema onde, para cada fase, o operador optará por uma dentre as várias alternativas exibidas ao mesmo pelo sistema, até a completa configuração.

Assim, serão evitados diálogos através de comandos digitados pelo operador. A necessidade de digitação alfanumérica será restrita às denominações de variáveis, quando da sua definição, e dos campos que serão exibidos em tela ou em relatórios tal como o operador às digite.

Para os equipamentos de nível 1 do próprio Fornecimento, a configuração dos programas aplicativos poderá ser realizada de duas formas distintas:

Localmente, através de microcomputador portátil e programas de configuração próprios.

Forma centralizada, a partir do console de treinamento e engenharia, mediante operações de *down-load* e *up-load*, que respectivamente carregam e recuperam os programas aplicativos das UACs, através dos meios de comunicação.





## 5 . DETALHAMENTO DE SISTEMA DE TELECOMUNICAÇÕES

### 5.1 Sistema de Transmissão de Fonia e Dados - STFD

A Arquitetura Básica e os equipamentos que serão fornecidos para cada tipo de estrutura são:

#### 5.1.1 Arquitetura Básica do STFD

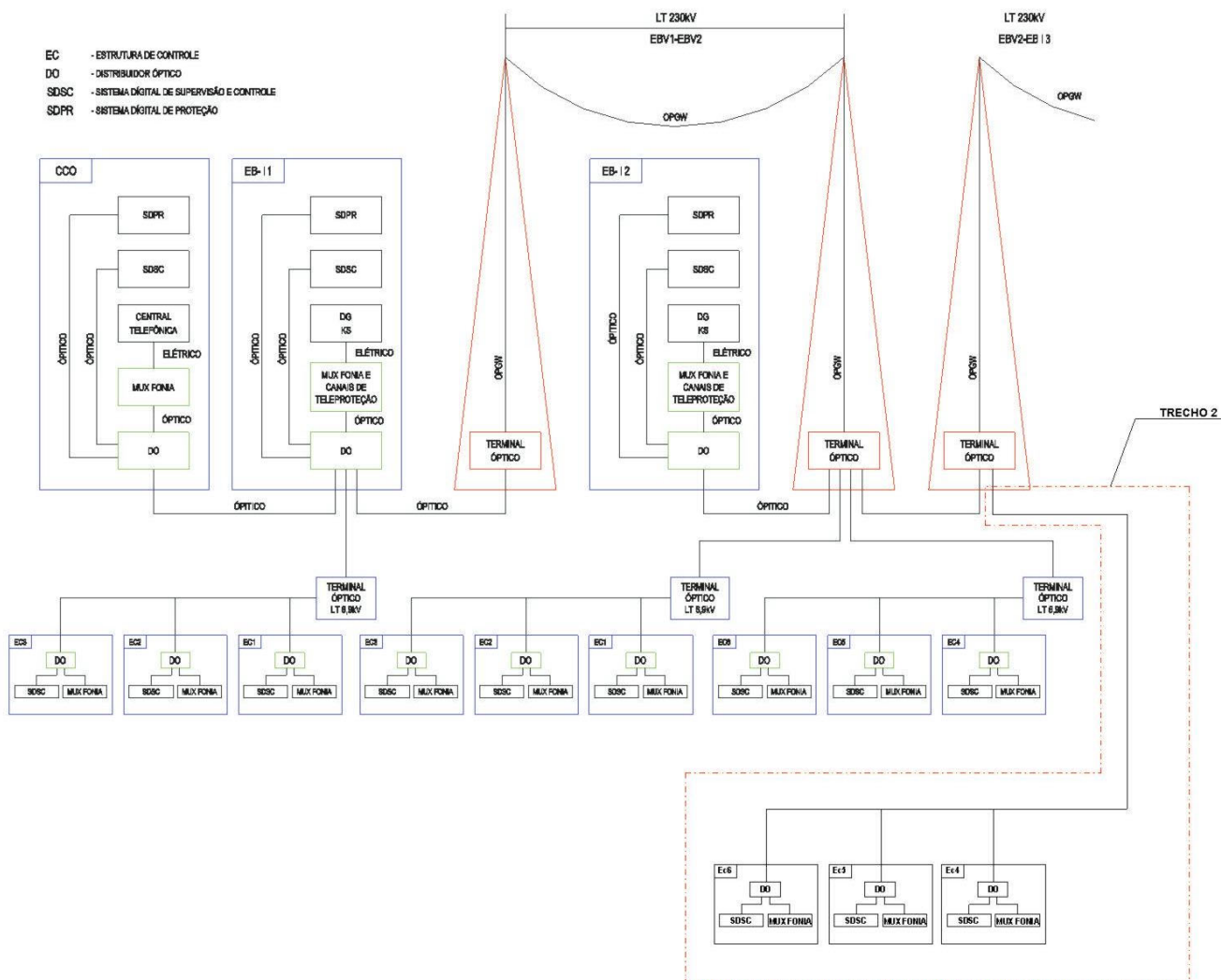


Figura 5.1

#### 5.1.2 Dimensionamento do Sistema

O cabo OPGW terá, no mínimo, 12 pares de fibras ópticas.

O sistema definido no Trecho I interligará o CCO com as estações de bombeamento com, no mínimo, 2 canais troncos analógicos 2/4 fios E & M. Permitindo assim a interligação do CCO com as estações de bombeamento, estruturas de controle, tomadas d'água de uso difuso e estruturas de derivação através de ramais digitais 2B+D (144 Kbps).



## Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

O cabo óptico subterrâneo terá seis pares de fibras ópticas e interligará estação de bombeamento EB-I/3 às estruturas de controle, tomadas d'água de uso difuso e estruturas de derivação do Trecho II.

Para tanto, existirá na estação de bombeamento EB-I/3 e nas estruturas de controle, tomadas d'água de uso difuso e estruturas de derivação do Trecho II, onde o referido cabo óptico subterrâneo sofre derivação, caixas de derivação e distribuidor óptico devidamente dimensionados, para atenderem os usuários locais.

### 5.1.3 Distribuição de Fibras Ópticas

SISTEMA	CABO ÓPTICO SUBTERRÂNEO
Sistema Digital de Supervisão e Controle - SDSC	2 pares de fibras
Fonia	1 par de fibras
Reserva Técnica	3 pares de fibras

### 5.1.4 Equipamentos das Estruturas de Controle

Para cada uma das estruturas de controle serão fornecidos os equipamentos e instalações a seguir:

- 1 (um) distribuidor óptico (DO) para cabos de fibras ópticas do tipo aéreo espinado.
- 1 (um) conjunto de equipamentos de multiplexação e conversão eletroóptica.
- 1 (um) conjunto de interfaces necessárias (conectores, cordões ópticos, etc) à interligação do STFD com os seus diversos usuários e com o cabo óptico aéreo espinado.

### 5.1.5 Equipamentos das Tomadas D'água de Uso Difuso

Para cada uma das tomadas d'água de uso difuso serão fornecidos os equipamentos e instalações a seguir:

- 1 (um) distribuidor óptico (DO) para cabos de fibras ópticas do tipo aéreo espinado.
- 1 (um) conjunto de equipamentos de multiplexação e conversão eletroóptica.
- 1 (um) conjunto de interfaces necessárias (conectores, cordões ópticos, etc) à interligação do STFD com os seus diversos usuários e com o cabo óptico aéreo espinado.

### 5.1.6 Equipamentos das Estruturas de Derivação

Para cada uma das estruturas de derivação serão fornecidos os equipamentos e instalações a seguir:

- 1 (um) distribuidor óptico (DO) para cabos de fibras ópticas do tipo aéreo espinado.
- 1 (um) conjunto de equipamentos de multiplexação e conversão eletroóptica.
- 1 (um) conjunto de interfaces necessárias (conectores, cordões ópticos, etc) à interligação do STFD com os seus diversos usuários e com o cabo óptico aéreo espinado.



### 5.1.7 Características Técnicas dos Equipamentos de STFD

#### 5.1.7.1 Equipamentos de Multiplexação e Conversão Eletroóptica

Serão utilizados equipamentos baseados, no mínimo, na tecnologia digital PCM, padrão ITU-TSS na hierarquia necessária, para transmissão por fibras ópticas monomodo.

Os equipamentos multiplex atenderão, no mínimo, às seguintes funções:

- Multiplexagem;
- Multiplexagem com derivação/inserção a níveis de canais de 64 Kbps e 2 Mbps.
- Multiplexagem ponto - multi ponto
- Conexões 2/4 fios E & M.

Os diversos tipos de canais que serão fornecidos atenderão as necessidades de interligação do tronco de comunicação de voz e dados entre o CCO, estações de bombeamento, estruturas de controle, tomadas d'água de uso difuso e estruturas de derivação.

Em princípio, serão previstos os seguintes canais de comunicação:

##### a) Canal de 256 kbps

Trata-se de canal digital reservado para a transmissão de dados.

#### 5.1.7.2 Cabos Ópticos

Os cabos ópticos que interligarão as caixas terminais ópticas aos distribuidores ópticos e destes com os equipamentos possuirão as seguintes características técnicas:

Tipo de cabo: dielétrico

Proteção das Fibras: construção tipo *loose* com geléia composta por "absorvedores" de hidrogênio.

Enfaixamento do núcleo protegido contra penetração de umidade.

Capa externa: material resistente a "ozona" e composto não propagador de chamas.

Tensão mínima admissível na instalação: (kgf)=200.

Número mínimo de fibras:

- 6 pares de fibras ópticas para os cabos que interligarão as caixas terminais ópticas dos cabos ópticos subterrâneo aos distribuidores ópticos da estação de bombeamento EB-I/3 e estruturas de controle.

#### 5.1.7.3 Fibras Ópticas

Para garantir a eficiência e confiabilidade do STFD as fibras ópticas do cabo especificado no item anterior terão características construtivas que, no mínimo, atendam as normas e recomendações TELEBRÁS e as aqui especificadas.

Tipo monomodo revestidas em acrilato, dispostas em tubos preenchidos com geléia.

Fibra óptica própria para operar em 1310 nm e 1550 nm.

Índice de refração: tipo casca casada.

Atenuação:

- a 1310 nm - 0,40 dB/Km.



## Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

---

- a 1550 nm - 0,25 dB/Km.
- Devido à não linearidade: 0,05 dB/Km.
- Devido à descontinuidades localizadas: 0,05 dB/Km.
- Devido à diferença entre pontas: 0,10 dB/Km.
- Devido à sensibilidade à macrocurvatura: 0.1 dB/Km.

Comprimento da onda de corte: 1150 - 1330 (nm).

Diâmetro do campo modal a 1310 nm:  $9,2 \pm 0,5$  ( $\mu\text{m}$ ).

Diâmetro do campo modal a 1550 nm:  $10,5 \pm 1,0$  ( $\mu\text{m}$ ).

### 5.1.7.4 Distribuidores para Cabos Ópticos (DOs) / Caixas Terminais

Os distribuidores ópticos serão instalados no interior de bastidores próprios ou de equipamentos de multiplexação na sala técnica. Em qualquer um dos casos será dada especial atenção à entrada dos cabos ópticos nestes bastidores.

As caixas terminais ópticas e caixas de emendas, serão instaladas em caixas a prova de tempo, subterrânea, onde houver necessidade.

Tanto os DOs quanto as caixas terminais ópticas e emendas disporão de recursos para:

- Interligar (entrada e saída) os cabos 6 (seis) pares de fibras ópticas.
- Permitir a entrada e saída das derivações dos pares de fibras para o SDSC.
- Permitir o acesso total às fibras ópticas.
- Permitir o re-roteamento de fibras ópticas sem desmanche das emendas por fusão (conceito flexível).
- Possuir dispositivo de armazenamento de fibras ópticas.
- Possuir painel de conectores.
- Apresentar possibilidade de crescimento modular.
- Possuir identificações externa e interna, em locais visíveis.
- Possuir facilidades para interligações diversas, tais como, terminações, jumpeamento com cordões ópticos, inserções/retirada de sinais, derivações, emendas em fibras ópticas, etc.
- Ser dimensionado para receber todos os cabos ópticos inter-estações, cordões ópticos provenientes dos equipamentos locais, emendas, proteções, painéis de conexão e identificação de cabos e fibras



## Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

### 5.2 Sistema de Comunicação Via Satélite

A Arquitetura Básica e os equipamentos que serão fornecidos para cada tipo de estrutura são:

#### 5.2.1 Arquitetura Básica Sistema de Comunicação Via Satélite

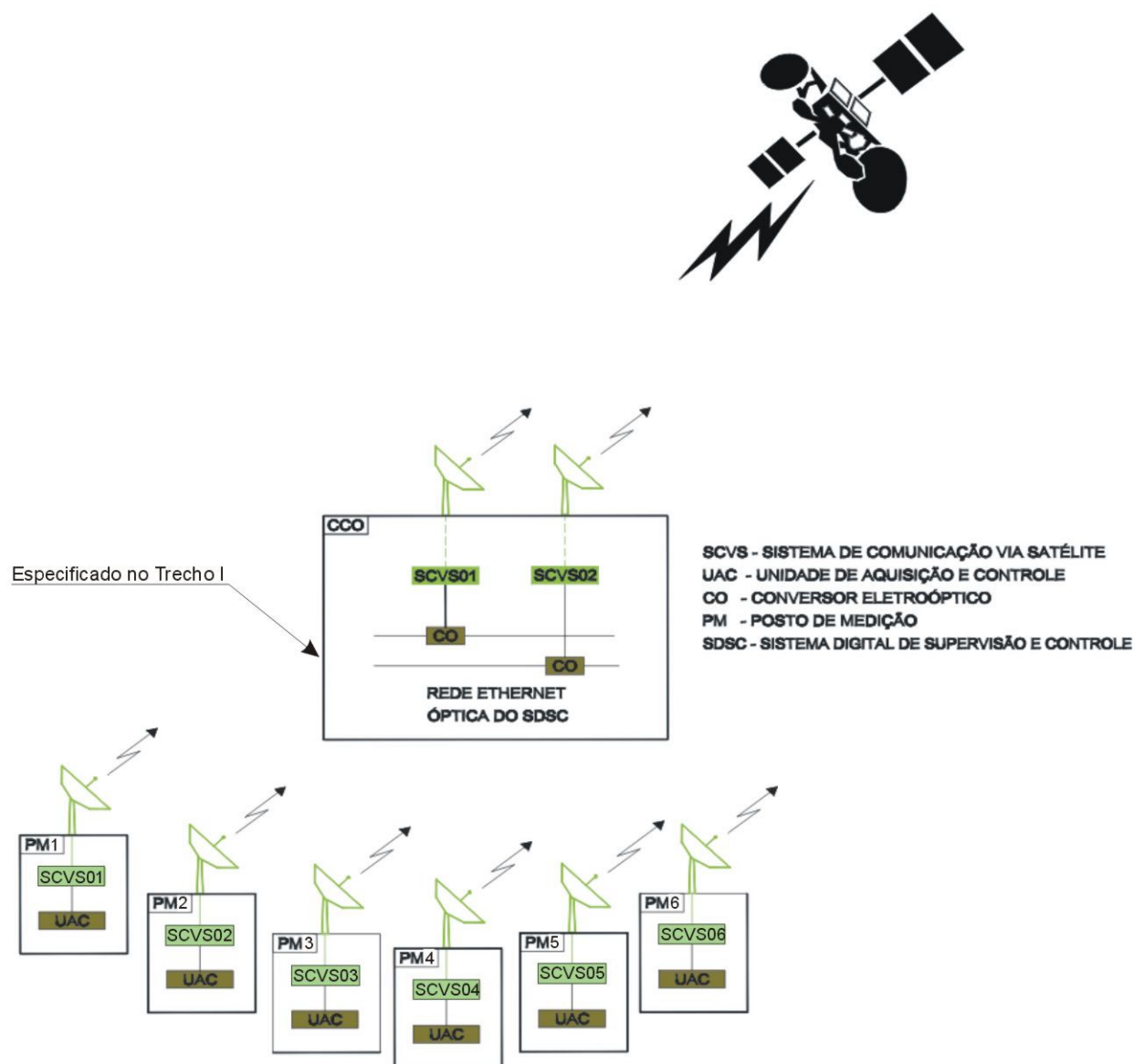


Figura 5.2

#### 5.2.2 Equipamentos

Os equipamentos que serão fornecidos são:

- 6 (seis) equipamentos de comunicação de dados via satélite, completo, com antena e cabo de conexão da antena ao receptor/transmissor.



## Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

---

- 6 (seis) carregadores de baterias
- 6 (seis) baterias

### 5.2.3 Características Técnicas/Operacionais

Todas as partes integrantes do sistema obedecerão às normas do ITU-TSS (antigo CCITT) e TELEBRÁS, vigentes para este setor de comunicação.

O modo de funcionamento será semiduplex.

A seleção dos equipamentos será por discagem telefônica convencional.

O conjunto transmissor - satélite - receptor permitirá comunicação de dados a até 19.200 *bits* por segundo.

O sistema terá o tempo de acesso (da conclusão da discagem ao estabelecimento da comunicação de dados) inferior a 5 segundos.

A perda de comunicação será inferior a 1 para 5.000.

A disponibilidade do canal será superior a 99,9 % do tempo

#### 5.2.3.1 Equipamentos de TX/RX

Cada equipamento será fornecido completo para a operação, dotado de antena e bateria.

Os equipamentos possuirão um indicador de carga de bateria, ou seja, quando a bateria estiver com carga insuficiente e que venha prejudicar as comunicações deste transceptor, existirá sinalização visual do mesmo e transmissão de sinal para o CCO.

Os equipamentos serão concebidos para operarem em uma única rede do tipo estrela, tendo o CCO como elemento centralizador e, todos os postes de medição remotos em contato permanente e direto com o CCO.

A estrutura de comunicação permitirá comunicação 24 horas por dia, possibilitando uma monitoração *On Line* dos equipamentos controlados.

As portadoras a serem adotadas serão transparentes aos protocolos de comunicação CCO - Postos de medição remotos e vice versa.

As portadoras e os protocolos adotados para a comunicação não afetarão a lógica de *pooling* adotada para a monitoração do SCVS.

A fim de garantir uma operação confiável, o sistema será concebido a partir de processos consagrados comercialmente, principalmente no que diz respeito aos enlaces de comunicação envolvendo os vários módulos do sistema (transmissão e recepção).

Os enlaces de comunicação serão de elevada disponibilidade e devem suportar recursos mínimos que garantam a segurança no processo de comunicação.

Estes recursos são basicamente os seguintes:

- Detecção de erros;
- Correção de erros;
- Técnicas de reconhecimento de mensagem recebida e transmitida sem erro;
- Proteção contra entradas impróprias;
- Técnicas adicionais para assegurar que não ocorram erros não detectáveis que poderiam causar interpretação errônea de dados transmitidos;



## Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

---

- Retransmissão de mensagem para comparação com a mensagem transmitida;
- Endereçamento discreto de todas as comunicações através de um número de identificação único.

As informações transmitidas/recebidas pelos módulos de comunicação nos enlaces existentes em equipamentos internos ao CCO ou nos enlaces do CCO diretamente para os postos de medição remotos, serão garantidas por protocolos de comunicação de alta confiabilidade, com a aplicação de técnicas de verificações que utilizem polinômios de elevada hierarquia no processo de manipulação, verificação e validação das mensagens.

Na elaboração, avaliação, verificação e validação dos vários enlaces de comunicação do SCVS, serão utilizadas as últimas edições das normas de referência aplicadas a sistemas de comunicação suportados por satélite.

### 5.2.3.2 Características dos Carregadores de Baterias

Os carregadores de baterias serão do tipo “inteligente” ou seja, que permitam a permanência contínua das baterias no carregador, mesmo após as mesmas atingirem sua carga máxima. E quando forem colocadas baterias com carga remanescente, as mesmas serão previamente descarregadas pelo carregador antes de iniciado o ciclo de carregamento.

Os carregadores serão para alimentação em 220 Vca, 60 Hz.

## 6 . DETALHAMENTO DO SISTEMA DIGITAL DE SUPERVISÃO E CONTROLE

### 6.1 Sistema Digital de Supervisão e Controle

A Arquitetura Básica e os equipamentos que serão fornecidos para cada tipo de estrutura são:

#### 6.1.1 Arquitetura Básica do Sistema Digital de Supervisão e Controle

A arquitetura básica para o Sistema Digital de Supervisão e Controle está apresentada no desenho EN.B/II.DS.EL.0010.

#### 6.1.2 Equipamentos do SDSC

##### 6.1.2.1 Equipamentos do Nível 1 para as Estruturas de Controle para as Tomadas D'água de Uso Difuso e Estruturas de Derivação

- 2 (duas) UACs para a aquisição de dados e controle e supervisão de estruturas de controle de reservatório com comportas, fornecidas completas, montadas em painéis, cada uma com:
  - Entradas digitais 64;
  - Saídas digitais 32;
  - Entradas analógicas 8;
  - Entradas digitais em BCD 8;
  - Comunicação com rede *Ethernet* de alta velocidade ou outra de alta velocidade;
  - CPU;
  - Relés auxiliares;
  - Relés de bloqueio.



## Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

---

- 21 (vinte e uma) UACs para aquisição de dados de estrutura de controle de reservatório sem comportas e tomadas d'água de uso difuso com ou sem estação de bombeamento, fornecidas completas, montadas em painéis, cada uma com:
  - Entradas digitais 32;
  - Saídas digitais 16;
  - Entradas analógicas 2;
  - Entradas digitais em BCD 2;
  - Comunicação com rede *Ethernet* de alta velocidade ou outra de alta velocidade;
  - CPU;

### 6.1.2.2 Equipamentos do Nível 1 para Posto de Medição Remoto

- 6 (seis) UACs para aquisição de dados de postos de medição remotos, fornecidas completas, montadas em painéis, cada uma com:
  - Entradas digitais 16;
  - Saídas digitais 8;
  - Entradas analógicas 2;
  - Entradas digitais em BCD 2;
  - Comunicação com rede *Ethernet* de alta velocidade ou outra de alta velocidade;

### 6.1.2.3 Equipamentos do Nível 2

Materiais e equipamentos necessários para interface com o nível 2 da Estação de Bombeamento EB-I/3

### 6.1.2.4 Equipamentos do Nível 3

Materiais e equipamentos necessários para interface com o nível 3, Centro de Controle e Operação CCO, instalado junto a subestação N1.

### 6.1.3 *Software* do SDSC

- Licenças de uso de programas básicos das UACs, incluindo sistema operacional e programas de comunicação, configuração e auto-diagnose e demais programas básicos necessários, em quantidade igual à de equipamentos em que cada programa é aplicado.
- Licenças de uso de programas básicos do microcomputador portátil, incluindo sistema operacional e programas de comunicação, configuração, auto-diagnose, utilitários de desenvolvimento e depuração, linguagens de programação das UACs e demais programas básicos necessários.
- Licenças de uso dos programas aplicativos configuráveis, em quantidade igual à de equipamentos em que cada programa é aplicado.
- Licenças de uso dos programas aplicativos configuráveis das UACs, em quantidade igual à de equipamentos em que cada programa é aplicado.
- Serviços de configuração dos *softwares* aplicativos configuráveis e desenvolvimento de *softwares* aplicativos específicos para:
- *Software* de Rede (se não estiver incluso no *Windows 2000 Professional*).





- Interfaces de comunicação com os vários níveis.
- Serviços de configuração dos *softwares* aplicativos configuráveis e desenvolvimento de *softwares* aplicativos específicos das UACs.

### 6.1.4 Características Técnicas do Sistema Digital de Supervisão e Controle

Todos os equipamentos ofertados serão atuais e, à época do Fornecimento, estarão ainda disponíveis para Fornecimento de linha por seu fabricante original. Equipamentos semelhantes serão de mesmo modelo e versão, exceto as UACs, para as quais são admitidas versões diferentes, desde que sejam de uma mesma “família” e desde que utilizem as mesmas ferramentas para desenvolvimento de aplicativos e a mesma linguagem de programação.

#### 6.1.4.1 UACs - Unidades de Aquisição de Dados e Controle

As UACs serão equipamentos constituídos por módulos funcionais tais como processadores, interfaces com o processo e módulos de comunicação. As UACs terão capacidade para processamento paralelo e possuirão arquitetura interna modular, com pelo menos dois níveis de agrupamentos de módulos:

No primeiro nível, conjuntos de módulos alojados em um mesmo empacotamento mecânico, formarão subunidades controladas por um ou mais módulos processadores, com comunicação por meio de via paralela de dados ou via serial de alta velocidade.

No segundo nível, existirão subunidades de interface com o processo que poderão ser alojadas tanto em um único painel como em painéis distintos, fisicamente distribuídos. Sempre que uma subunidade estiver alojada em painel não adjacente ao dos módulos centrais, as vias de dados serão em fibra óptica

#### Características Técnicas Principais dos Módulos Componentes

- Unidade Central de Processamento (CPU)
- Unidades de processamento baseadas em processadores de 32 *bits*, processadores de 16 *bits* poderão ser aceitos desde que a performance solicitada seja atendida.
- Frequência mínima do relógio principal de 20 MHz.
- Capacidade de processamento em ponto flutuante.
- Capacidades de processamento e de memória compatíveis com as necessidades da aplicação.

Os programas e algoritmos principais de controle, bem como os parâmetros principais de controle serão gravados em memória *FLASH*, sendo carregados via canal serial.

Suporte a interrupções síncronas ou assíncronas, com tratamento de priorização das interrupções externas por componente de *hardware* periférico às CPUs, inicializado por *software*.

Componentes temporizadores interruptivos periféricos às CPUs, com tempos de acionamento ajustáveis em intervalos múltiplos de no máximo 1 ms, para o suporte à escalação de tarefas temporizadas, em um ambiente multitarefa.

Circuitos de interrupção e de temporização de uso geral, disponíveis para a utilização pelo *software* aplicativo.

Circuitos temporizadores de reinicialização tipo *watchdog timer*, com tempo de acionamento ajustável por *software*. Para o caso de UACs distribuídas, com módulos remotos microprocessados, cada módulo remoto possuirá seu próprio circuito de temporização tipo *watchdog*.



## Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

---

Bateria seca recarregável para garantir a integridade dos dados armazenados na região volátil da memória, no caso de falta de alimentação da UAC.

Módulos de CPU providos de indicação visual do estado operacional da unidade.

*Reset* automático em caso de restabelecimento da tensão de alimentação, atuando na unidade de controle e nas interfaces.

Canais seriais ou redes para comunicação com os processadores do nível superior do SDSC.

Canal de comunicação ponto a ponto com equipamento computacional portátil.

CPU com características diferentes das acima especificadas poderão ser aceitas, a critério da CONTRATANTE, desde que todos os desvios sejam explicitados e devidamente justificados.

### - Relógio de Tempo Real

As UACs possuirão relógio calendário interno com intervalo de resolução menor ou igual a 1 ms e com capacidade de interrupção dos processadores. O relógio calendário será sincronizado a partir de mensagens periódicas dos processadores do nível superior do SDSC ou por linha de sincronismo comum a todas as UACs. A divergência de horários entre quaisquer duas UACs de um mesmo Fornecimento não poderá ultrapassar a 3 ms.

O desvio acumulativo do relógio calendário interno, quando da perda de comunicação, será inferior a uma parte por milhão, em qualquer condição ambiental de operação.

### - Fontes de Alimentação

As UACs serão alimentadas por fontes de energia elétrica em 380/220 Vca, proveniente de transformadores abaixadores.

Cada fonte será supervisionada por relé com no mínimo dois contatos reversíveis, eletricamente independentes. Em caso de falha de uma qualquer das fontes será produzido alarme.

### 6.1.4.2 Módulos de Interface com a Instrumentação de Campo

#### - Generalidades

Os módulos de entrada e saída, de interface com a instrumentação de campo possuirão as seguintes características comuns:

Diagnóstico para verificação da correta operação dos pontos de entrada.

Proteção para que uma falha em um ponto de um cartão não desabilite o cartão como um todo, e falha em um cartão não desabilite os demais cartões.

Módulos para condicionamento de sinais independentes dos respectivos módulos de processamento.

Possuirão proteções individuais contra sobrecorrente em ambos os terminais, e proteção contra sobretensão, surto e/ou inversão de polaridade, cujas atuações não impliquem na necessidade de substituição de componentes.

#### - Entradas Binárias

Padrão de entrada contato livre de potencial, alimentado pela própria UAC.

Distribuição de alimentação dos sinais provida de dois tipos de proteção contra sobrecorrente: individual por módulo de interface e coletiva, para cada fonte de alimentação.

Módulos providos de indicação visual dos estados de cada uma das entradas.



## Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

---

Isoladas eletricamente entre si, a menos da alimentação comum, e dos circuitos internos da UAC preferencialmente por meio de circuitos a acopladores ópticos.

Sinais de contagem contabilizados de forma que não haja perda da totalização e do próprio processo de contagem em caso de falta de energia.

Os sinais binários sofrerão também uma filtragem prévia por *hardware* para eliminação de falsos dados (*bouncing*), com tempos que não prejudiquem a seqüência de eventos.

### - Entradas Analógicas

Padrões de entrada: corrente 5A, 60Hz ou 4 a 20 mA, tensão=115V, 60Hz ou 4 a 20mA e detectores de temperatura tipo termoresistência. Outros padrões poderão ser adotados, conforme requeridos.

As entradas serão isoladas eletricamente entre si e balanceadas.

### - Circuitos internos da UAC.

As termoresistências serão alimentadas pelas UACs a 3 fios, podendo ser por fonte comum, sem prejuízo ao requisito de isolamento elétrica dos circuitos internos da UAC.

Todas as entradas analógicas de padrão 4 a 20 mA serão providas de dispositivos que não interrompam o circuito de corrente, no caso de manutenção da UAC, tendo em vista a previsão de compartilhamento do sinal de entrada com instrumentos indicadores externos.

Impedância máxima de entrada de 300 W, para as entradas provenientes de transmissores de corrente.

As entradas serão providas de filtro individual tipo *notch* por entrada com atenuação de 60 dB para componentes de 60 Hz.

Conversão do sinal analógico em digital por meio de conversor A/D de no mínimo 12 bits, e rejeição de modo comum superior a 70 dB a 60 Hz. Verificação e correção da calibragem dos conversores A/D a cada varredura.

As entradas serão providas de dispositivo que detecte curto-circuito ou circuito aberto.

As medidas analógicas apresentarão uma precisão global, a partir do ponto de entrada neste Fornecimento, melhor que 0,5%.

### Saídas Binárias

Cada saída binária será configurada com um contato inversor livre de potencial, com proteção contra faiscamento.

Os comandos serão agrupados em saídas binárias independentes, respectivamente para as ordens complementares tais como abrir/fechar.

As saídas serão isoladas eletricamente entre si, e dos circuitos internos da UAC.

Para os relés integrantes dos cartões de saídas binárias, a capacidade de interrupção dos contatos serão de, no mínimo, 80W em 220 Vca, com carga indutiva (L/R £ 40 ms); a durabilidade mecânica mínima será de 300.000 manobras em 220 Vca ou 1.000.000 em 24 Vcc.

Configuração de cada saída, individualmente, como saída de pulso ou saída biestável.

Configuração individual em cada saída pulsante, da duração do pulso entre 0 e 60 minutos.

Módulos providos de indicação visual dos estados de cada uma das saídas.

As saídas possuirão suporte por *software* à operação "verifique antes de operar".



## Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

---

Em sendo os relés de saída instantâneos, as temporizações de retenção, parametrizáveis por saída, serão feitas por *software*. Haverá também circuito de proteção que impeça que o estado ativo na saída binária permaneça indefinidamente ativado.

Exceto onde indicado de outro modo, para atuação de contatores, de solenóides etc., as saídas binárias acionarão relés biestáveis incluídos no Fornecimento, e instalados no mesmo painel da UAC.

Todas as UACs possuirão uma saída binária biestável, utilizando pontos dos próprios módulos de saídas, comandada pela própria CPU, indicativa do seu estado operacional, isto é, se estão ou não em perfeitas condições de funcionamento. Todas as falhas sistêmicas das UACs repercutirão nesta saída de estado operacional a qual será utilizada pelo sistema convencional de controle, funcionalmente prioritários sobre as UACs, e iniciarão a parada da respectiva motobomba.

### 6.1.4.3 Unidades de Aquisição de Dados e Controle (UACs)

O projeto das UACs atenderá aos seguintes requisitos:

- Modularidade

As UACs terá uma característica modular, devendo seus módulos funcionais ser construídos de placas de circuito impresso do tipo *plug-in*, montadas em armações do tipo gaveta de 19" ou *backplane* passivo, em bastidores metálicos.

- Intercambialidade

Serão utilizados módulos idênticos para a realização de idênticas funções, de modo a reduzir a necessidade de tipos de itens sobressalentes. Do mesmo modo, é aceitável o emprego do mesmo tipo de módulo com diferentes configurações em várias situações no sistema, desde que a mesma possa ser realizada por simples seleção sobre o *hardware* (*dip-switches*, *straps* etc.) ou reconfiguração automática por *software* quando da instalação (*down-loading*).

- Manutenibilidade

O projeto dos equipamentos garantirá fácil acesso a todos os componentes internos, principalmente àqueles para os quais serão previstos testes e ajustes.

Os módulos serão providos de sinalização por meio de LEDs, em sua parte frontal, visando facilitar a sua monitoração em operação.

Os pontos de monitoração serão escolhidos de forma a minimizar as informações necessárias ao diagnóstico de falhas e facilitar a inspeção do estado operacional do equipamento. Serão providos terminais de teste conectados a pontos significativos de cada módulo, tais como:

- tensão de alimentação do módulo;
- pontos de ajuste de potenciômetros;
- entradas e saídas de cada circuito;
- pontos intermediários importantes de cada circuito;

### 6.1.4.4 Rede de Comunicação

Acessórios para Cabos de Fibras Ópticas

- Caixas de Emendas

As caixas de emendas ópticas, quando aplicáveis, possuirão as seguintes características:



## Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

---

Serão de construção metálica para montagem em bastidor padrão 19".

Serão próprias para interconexão de cabo de fibra óptica constituído por até 12 pares de fibras e cabos monofibra.

Serão fornecidas com monofibras de extensão nos comprimentos necessários às várias interligações.

Conexão interna das fibras pelo processo de fusão, mecanizada e auto verificada em campo.

### - Conectores Ópticos

Todas as monofibras derivadas de caixas de conexão serão providas de conectores ópticos do tipo encaixe, ST compatível.

### Modens Ópticos

As principais características dos *modens* ópticos são as seguintes:

Suportarão configuração redundante de comunicação ou acoplamento a dispositivo externo de chaveamento de mídia, como por exemplo um *transceiver* redundante.

Possuirão circuito de proteção temporizado para desocupação da fibra em caso de portadora presente durante um período excessivo.

Possuirão *leds* no painel frontal indicativos do estado do *modem* e da atividade dos canais de comunicação.

Serão alimentados por fontes de alimentação próprias, quando instalados em gabinetes próprios ou alimentados pelas próprias interfaces elétricas, quando instalados por conexão nos cartões dos equipamentos.

Possuirão interfaces elétricas compatíveis com os equipamentos aos quais serão conectados, tipicamente EIA RS-232, ou RS-422/485 ou *Ethernet*.

Possuirão interface óptica por meio de conectores independentes para transmissão e recepção, próprios para conectores do tipo ST.

Serão próprios para fibra óptica empregadas no Fornecimento.

Serão compatíveis com enlaces ópticos de até 2 km, no mínimo, nas velocidades de transmissão utilizadas.

Serão compatíveis com as mesmas características ambientais e de funcionamento dos equipamentos junto aos quais estarão instalados.

Serão compatíveis com as mesmas características ambientais e de funcionamento dos equipamentos junto aos quais estarão instalados.

### Dispositivos de distribuição Ativos de Rede (*hubs*)

Os dispositivos de distribuição ativos de rede operarão em configuração 100% redundante, para cada um dos lados da rede dual, como elementos centralizadores dos diversos segmentos de fibras ópticas que formarão a rede de comunicação do SDSC.

Cada distribuidor ativo utilizado possuirá um mínimo de duas interfaces livres para futuras ampliações da rede.



### 6.1.5 Requisitos de *Software*

#### 6.1.5.1 *Software* das UACs

##### *Software* Básico das UACs

As UACs possuirão sistema operacional multitarefa para aplicações em tempo real, residente em memória não volátil. Todas as chamadas aos recursos de *hardware* pelos programas aplicativos serão efetuadas por diretivas do sistema operacional.

São os seguintes os requisitos mínimos do sistema operacional:

- Possibilidade de processamento de vários programas de forma concorrente.
- Tempo real, com intervalo de resolução de, no máximo, 1 ms.
- Escalador de tarefas do tipo preemptivo, com escalção por tempo programado, por interrupção e por chamada por outra tarefa.
- Vetorização e priorização das interrupções.
- Diagnóstico automático *on-line*.
- Proteção de memória entre tarefas.
- Comunicação entre tarefas por valores e por ponteiros.
- Interrupção periódica do relógio calendário em intervalos programáveis, incluindo o valor de 1 ms.
- Proteção contra impasses (*dead-locks*).

Composição modular, permitindo a ligação de suas rotinas aos programas aplicativos.

##### *Software* Aplicativo

O suporte para programação das UACs proverá, pelo menos, as seguintes facilidades:

- Uso de linguagem-fonte procedimental de alto nível específica para controle de processos, tal como linguagem seqüencial tipo diagramas *ladder*, ou blocos funcionais.
- Visualização em tela dos blocos individuais de controle, com a interconexão entre blocos e especificações dos parâmetros de controle sendo programados diretamente nos blocos.
- Inclusão de novas malhas de controle contínuo e modificação dos parâmetros das malhas existentes; inclusão ou modificação de lógicas de controle, seqüenciamento e intertravamento.
- Configuração e posterior manutenção da base de dados pela definição dos pontos de entrada e saída físicos associados a cada dado.
- Edição e carregamento parcial do programa.
- Provisão de recursos completos de documentação dos programas e da configuração da UAC.
- Teste da configuração do *software*, em modo simulado, antes do carregamento na UAC.
- *Down-loading* e *up-loading* de programas de forma *on-line*.
- Alteração da configuração da base de dados da UAC de forma *on-line*.
- Fornecer indicação do estado das entradas e saídas, contadores, temporizadores, de forma a permitir a monitoração do programa.



## Transposição de Águas do Rio São Francisco – Projeto Básico

---

- Permitir visualização do programa residente na UAC e respectiva tabela imagem de entradas e saídas.
- Forçar durante o teste, sem limitação de quantidade, o estado de qualquer ponto da tabela de dados interna da UAC.

Comandar individualmente qualquer saída binária ou analógica da UAC.

### 7 . MEDIDORES DE VAZÃO E NÍVEL

Para o controle da operação do sistema e, visando a contínua complementação do banco de dados relativo à hidrologia e evolução das demandas, foram estabelecidos os seguintes instrumentos, de acordo com as unidades hidráulicas definidas para o sistema:

- 12 (doze) medidores de nível, (2 para Jati, 2 para Atalho, 2 para Cuncas, 3 para Porcos e 3 para Boi), microprocessados, tipo ultra-sônico, campo de medição de 1 a 20m, resolução 1cm, precisão 2%, uso ao tempo com grau de proteção IP65, tensão auxiliar de 220Vca, 60Hz, saída serial RS232 ou RS485 com *software* e protocolo compatível com a UAC local, ou saída de 4 a 20mA ou em código BCD, fornecidos completo com suportes e tubos de PVC para sua instalação na obra e ainda *software* operacional e de parametrização para instalação em *notebook*. Alternativamente poderão ser fornecidos medidores de nível eletromecânicos do tipo bóia e contrapeso.
- 02 (dois) medidores de vazão, microprocessados, tipo ultra-sônico, para medição da vazão da água nos condutos de 1.600mm de diâmetro, na Usina de Jati, precisão 1%, uso ao tempo com grau de proteção IP65, tensão auxiliar de 220 Vca, saída serial RS232 ou RS485 com *software* e protocolo compatível com sua respectiva UAC, ou saída de 4 a 20mA, fornecidos completo com suportes e tubos para sua instalação no local e ainda *software* operacional e de parametrização para instalação em *notebook*. Alternativamente poderão ser fornecidos medidores de vazão eletromagnéticos.
- 02 (dois) medidores de vazão, microprocessados, tipo ultra-sônico, para medição da vazão da água nos condutos de 2.200mm de diâmetro, na Usina de Atalho, precisão 1%, uso ao tempo com grau de proteção IP65, tensão auxiliar de 220 Vca, saída serial RS232 ou RS485 com *software* e protocolo compatível com sua respectiva UAC, ou saída de 4 a 20mA, fornecidos completo com suportes e tubos para sua instalação no local e ainda *software* operacional e de parametrização para instalação em *notebook*. Alternativamente poderão ser fornecidos medidores de vazão eletromagnéticos.
- 02 (dois) medidores de vazão, microprocessados, tipo ultra-sônico, para medição da vazão da água nos condutos de 700mm de diâmetro, na estrutura de derivação em Porcos, precisão 1%, uso ao tempo com grau de proteção IP65, tensão auxiliar de 220 Vca, saída serial RS232 ou RS485 com *software* e protocolo compatível com sua respectiva UAC, ou saída de 4 a 20mA, fornecidos completo com suportes e tubos para sua instalação no local e ainda *software* operacional e de parametrização para instalação em *notebook*. Alternativamente poderão ser fornecidos medidores de vazão eletromagnéticos.
- 02 (dois) medidores de vazão, microprocessados, tipo ultra-sônico, para medição da vazão da água nos condutos de 700mm de diâmetro, na estrutura de derivação em Cuncas, precisão 1%, uso ao tempo com grau de proteção IP65, tensão auxiliar de 220 Vca, saída serial RS232 ou RS485 com *software* e protocolo compatível com sua respectiva UAC, ou saída de 4 a 20mA, fornecidos completo com suportes e tubos para sua instalação no local e ainda *software* operacional e de parametrização para instalação em *notebook*. Alternativamente poderão ser fornecidos medidores de vazão eletromagnéticos.



- 02 (dois) medidores de vazão, microprocessados, tipo ultra-sônico, para medição da vazão da água nos condutos de 1.500mm de diâmetro, na estrutura de derivação em Cuncas, precisão 1%, uso ao tempo com grau de proteção IP65, tensão auxiliar de 220 Vca, saída serial RS232 ou RS485 com *software* e protocolo compatível com sua respectiva UAC, ou saída de 4 a 20mA, fornecidos completo com suportes e tubos para sua instalação no local e ainda *software* operacional e de parametrização para instalação em *notebook*. Alternativamente poderão ser fornecidos medidores de vazão eletromagnéticos.
- 15 (quinze) medidores de vazão com acoplamentos rígidos, microprocessados, conforme item anterior, porém, com tensão auxiliar de 220Vca, 60Hz e para uso em tubos de aço carbônico de 10” e 0,1m<sup>3</sup>/s(06), 16” e 0,2m<sup>3</sup>/s(05), 24” e 0,5m<sup>3</sup>/s(04).
- 1 (uma) licença de uso de todos os programas utilitários de desenvolvimento e depuração, e de linguagens de programação das UACs.

### 8 . RELAÇÃO DOS DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

EN.B/II.DS.EL.0010 - SDSC - Sistema Digital de Supervisão e Controle - Arquitetura do Sistema

R15-Tomo III-Parte 2 - Sistema de Transmissão de Fonia e Dados

R15-Tomo III-Parte 3 - Cabos de Fibra Óptica - Especificação Técnica

R15-Tomo III-Parte 4 - Sistema de Comunicação Via Satélite - Especificação Técnica

R15-Tomo III-Parte 5 - Sistema Digital de Supervisão de Controle - Especificação Técnica