



ELABORAÇÃO DE READEQUAÇÃO E COMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO BÁSICO VISANDO A SUBSTITUIÇÃO DOS CANAIS ABERTOS POR TUBULAÇÃO, INCLUINDO A AUTOMAÇÃO DO PERÍMETRO DE IRRIGAÇÃO GORUTUBA NO MUNICÍPIO DE NOVA PORTEIRINHA, ESTADO DE MINAS GERAIS

CONTRATO Nº 1.078.00/2011



**PROJETO BÁSICO
VOLUME 5 – MANUAL DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO**

Janeiro de 2013



Ministério da Integração Nacional
Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba
1ª SR – Montes Claros - MG

**ELABORAÇÃO DE READEQUAÇÃO E COMPLEMENTAÇÃO
DO PROJETO BÁSICO VISANDO A SUBSTITUIÇÃO DOS
CANAIS ABERTOS POR TUBULAÇÃO, INCLUINDO A
AUTOMAÇÃO DO PERÍMETRO DE IRRIGAÇÃO GORUTUBA
NO MUNICÍPIO DE NOVA PORTEIRINHA, ESTADO DE
MINAS GERAIS**

CONTRATO Nº 1.078.00/2011

PROJETO BÁSICO

VOLUME 5 – MANUAL DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO

Janeiro de 2013



**COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E PARNAÍBA
CODEVASF**

SGAN – Quadra 601 – Lote 1

70.830-901 – Brasília –DF

www.codevasf.gov.br - divulgacao@codevasf.gov.br

C737e Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba

Elaboração de readequação e complementação do projeto básico visando a substituição dos canais abertos por tubulação, incluindo a automação do perímetro de irrigação Gorutuba no município de Nova Porteirinha, estado de Minas Gerais. Projeto básico - Relatório final. Brasília: Codevasf, 2013. 5 v.

CD-ROM

FAHMA Planejamento e Engenharia Ltda.

Contrato – 1.078.00/2011

v.1: Relatório do projeto (4 tomos)- v.2: Especificações técnicas (2 tomos)-
v.3: Quantidades e orçamentos (2 tomos)- v.4: Desenhos – v.5: Manual de
operação e manutenção

1. Irrigação-Gorutuba. II. Distribuição de água. III. Projeto. IV. Título.

CDU 628.14(815.1)

APRESENTAÇÃO

A Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba – CODEVASF está promovendo a modernização do sistema de condução e distribuição de água do Perímetro de Irrigação Gorutuba, localizado no município de Nova Porteirinha, Estado de Minas Gerais, que teve início com a contratação da elaboração do estudo de viabilidade e do projeto básico para otimização da eficiência do sistema, concluído em 2009.

Em prosseguimento, decorrente do Edital Nº 008/2011 – Tomada de Preços, a CODEVASF firmou com a FAHMA Planejamento e Engenharia Ltda o Contrato Nº 1.078.00/2011, que teve por objeto a elaboração de Readequação e Complementação do Projeto Básico Visando a Substituição dos Canais Abertos por Tubulação, incluindo a Automação do Perímetro de Irrigação Gorutuba, no Município de Nova Porteirinha, Estado de Minas Gerais. A Ordem de Serviço foi emitida em 24/01/12 e os trabalhos foram executados no período de 360 dias.

A realização dos serviços ocorreu em duas etapas. A Etapa 1 foi organizada em seis atividades principais e a Etapa 2, em duas atividades.

Os resultados dos trabalhos realizados estão contemplados no relatório final do **Projeto Básico**, do qual o presente documento constitui o Volume 5 – Manual de Operação e Manutenção

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	i
SIGLAS E ABREVIATURAS	iv
1. INTRODUÇÃO	1
2. FICHA TÉCNICA DO PROJETO.....	3
3. DESCRIÇÃO DA INFRA-ESTRUTURA DE USO COMUM.....	6
3.1. Sistema de Condução e Distribuição de Água	6
3.1.1. Tomada d'Água da Barragem	6
3.1.2. Estrutura da Tomada d'Água do Canal Principal CP01.....	7
3.1.3. Canal Principal CP01	7
3.1.4. Redes de Tubulação	8
3.1.5. Tomada d'Água no Canal Principal CP01 para a Tubulação Principal TP01 - Transição do Canal CP01 para a Tubulação TP01.....	10
3.1.6. Tomadas d'Água no Canal Principal para Tubulações Secundárias.....	12
3.1.7. Tomadas d'Água nas Tubulações Principal / Secundárias / Terciárias / Quaternárias	13
3.1.8. Descargas das Tubulações.....	14
3.1.9. Válvulas de Controle e Bloqueio.....	14
3.1.10. Ventosas	15
3.1.11. Derivação de Água para o Perímetro Lagoa Grande e Transposição sobre o Rio Gorutuba.....	16
3.1.12. Travessias sob a Linha Férrea e a Rodovia.....	16
3.1.13. Ancoragens	19
3.1.14. Tomadas de Água para as Parcelas	19
3.2. Sistema de Monitoramento e Automação.....	19
3.2.1. Unidades Terminais Remotas	20
3.2.2. Centro de Controle Operacional.....	21
3.2.3. Sistema de Comunicação entre as UTR e o CCO.....	23
3.2.4. Sistema Elétrico.....	24
3.3. Sistema de Drenagem.....	25
3.4. Sistema Viário	25
4. OPERAÇÃO DO SISTEMA DE CONDUÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA DE USO COMUM	26
4.1. Operação do Sistema.....	27
4.2. Monitoramento	28
4.3. Acidentes na Rede Hidráulica	29

4.4. Segurança.....	29
5. MANUTENÇÃO DA INFRA-ESTRUTURA DE USO COMUM.....	30
5.1. Geral.....	30
5.2. Sistema de Condução e Distribuição de Água	33
5.2. Sistema de Monitoramento e Automação.....	46
5.3. Sistema de Drenagem.....	46
5.4. Sistema Viário	46

SIGLAS E ABREVIATURAS

CEMIG	Companhia Energética de Minas Gerais
CODEVASF	Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba
CCO	Centro de controle operacional
CFTV	Circuito fechado de televisão
CLP	Controlador lógico programável
COPASA	Companhia de Saneamento de Minas Gerais
DIG	Distrito de Irrigação do Perímetro Gorutuba
EOL	Estação de operação local
EOM	Estação de operação e manutenção
PGO	Perímetro de Irrigação Gorutuba
PLG	Perímetro de Irrigação Lagoa Grande
PRFV	Poliéster reforçado com fibra de vidro
PVC	Policloreto de polivinila
RDR	Rede de distribuição aérea rural
RPVC	Policloreto de polivinila reforçado.
SDSC	Sistema digital de supervisão e controle
SPDA	Sistema de proteção contra descargas atmosféricas
TDR	Termos de Referência
UTR	Unidade terminal remota

1. INTRODUÇÃO

Os serviços realizados pela FAHMA, objeto do presente Contrato, abrangeram todos os trabalhos de campo e de escritório para a elaboração da readequação e complementação do projeto básico existente, visando a substituição dos canais abertos por tubulação, incluindo a automação do Perímetro de Irrigação Gorutuba (PGO), localizado no município de Nova Porteirinha, estado de Minas Gerais.

Os trabalhos foram efetivados a partir dos “Estudos de viabilidade e projeto Básico, visando otimizar a eficiência de condução e distribuição de água do Perímetro de Irrigação do Gorutuba, já implantado e em operação, localizado no município de Nova Porteirinha, Estado de Minas Gerais”, elaborados pela empresa PLENA e concluídos em 2009, neste documento, também denominados “projeto básico existente”.

Os trabalhos de readequação e complementação do projeto básico existente, conforme previsto nos Termos de Referência, foram desenvolvidos em duas etapas:

Etapas 1

Nesta etapa, inicialmente, previu-se a realização do reconhecimento e atualização do diagnóstico de situação do Perímetro Gorutuba, juntamente com a avaliação do projeto básico e do sistema de automação proposto.

Uma vez concluídos o reconhecimento e a atualização do diagnóstico e tendo-se avançado na avaliação do projeto básico, puderam ser identificados os serviços topográficos adicionais necessários a readequação e complementação do projeto, bem como, os serviços geotécnicos necessários.

Em seguida, foram estudadas alternativas de readequação e complementação, sendo uma delas o projeto básico existente. O estudo de alternativas culminou

com a seleção da alternativa de melhor viabilidade técnico-econômica e aprovação pela CODEVASF.

Etapas 2

Esta etapa consistiu na elaboração do projeto básico de engenharia da melhor alternativa selecionada na Etapa 1 e aprovada pela CODEVASF. Esta alternativa contemplou todos os objetivos previstos no escopo dos serviços.

Concluída a elaboração do projeto básico de engenharia do novo sistema de condução e distribuição do PGO, preparou-se o relatório final do **Projeto Básico** o qual, seguindo orientação dos Termos de Referência, foi estruturado na seguinte forma:

VOLUME 1 – RELATÓRIO DO PROJETO

- Tomo 1 – Resumo – Ficha Técnica
- Tomo 2 – Texto Descritivo
- Tomo 3 – Memorial de Cálculo
- Tomo 4 – Anexos
 - Estudos Topográficos
 - Estudos Geotécnicos

VOLUME 2 – ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

- Tomo 1 – Fornecimento de Materiais e Equipamentos e Execução de Obras Cíveis
- Tomo 2 – Sistema de Monitoramento e Automação

VOLUME 3 – QUANTIDADES E ORÇAMENTOS

- Tomo 1 – Quantidades
- Tomo 2 – Orçamentos

VOLUME 4 – DESENHOS

VOLUME 5 – MANUAL DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO

O presente documento constitui o Volume 5 – Manual de Operação e Manutenção.

2. FICHA TÉCNICA DO PROJETO

2.1. Localização

O Perímetro de Irrigação Gorutuba (PGO) localiza-se no município de Nova Porteirinha, estado de Minas Gerais, à margem esquerda do rio de mesmo nome, na região do Médio São Francisco. Fica a cerca de 130 km da cidade de Montes Claros (acesso pela BR-122 e BR-251) e a 560 km da capital do estado, Belo Horizonte (acesso pela BR-122, BR-251 e BR-040).

2.2. Implantação e Funcionamento

- Implantação: 1974 a 1978:
- Início de funcionamento: 1978

2.3. Fonte Hídrica

Sua fonte de abastecimento de água é a Barragem Bico da Pedra, localizada no Rio Gorutuba, cuja capacidade de armazenamento é de 705.10^6 m^3 .

2.4. Área Agrícola

A área agrícola do Perímetro Gorutuba é de 9.050 ha. Com a readequação do sistema hidráulico por meio da substituição dos canais abertos por tubulação enterrada, a área irrigável que era de 4.873 ha passará para 5.638 ha. Área restante de 3.412 ha continuará a ser destinada à exploração de sequeiro.

2.5. Infra-estrutura de Uso Comum

2.5.1. Infra-estrutura de Irrigação

Após a readequação do sistema hidráulico com a substituição dos canais abertos por tubulação enterrada, a infra-estrutura de irrigação terá a seguinte composição:

- Canal principal: 14.040 m
- Tubulação principal: 17.205 m
- Tubulação secundária, terciária e quaternária: 102.657 m

2.5.2. Sistema de Monitoramentos e Automação

- Unidades terminais remotas (UTR): 10
- Centro de controle operacional (CCO): 1
- Comunicação UTR-CCO: rede de fibra ótica e rádio

2.5.3. Rede de Drenagem

- Drenos: 137.560 m

2.5.4. Rede Viária

- Estradas de serviços: 320.000 m

2.5.5. Diques de Proteção

- Rio Mosquito: 5.400 m
- Rio Gorutuba: 6.470 m

2.4. Métodos de Irrigação

- Aspersão convencional
- Microaspersão
- Gotejamento
- Sulcos (gradualmente sendo substituídos pelos métodos anteriores, especialmente, após a implantação das tubulações enterradas).

2.5. Co-gestão

- Co-gestor: Distrito de Irrigação do Perímetro Gorutuba - DIG
- Início da co-gestão: 1993

2.6. Outros Usuários do Perímetro

- Perímetro de Irrigação Lagoa Grande (PLG): Abastecimento pela tubulação secundária TS103 - vazão de 1.440 Ls^{-1} ;
- Unidade de Piscicultura da CODEVASF: Abastecimento pelo Canal Principal CP01 - vazão de 6 Ls^{-1} ;
- Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA) - Abastecimento pelo Canal Principal CP01 - vazão de 9 Ls^{-1} .

3. DESCRIÇÃO DA INFRA-ESTRUTURA DE USO COMUM

A infra-estrutura de uso comum do Perímetro de Irrigação Gorutuba (PGO), após a sua readequação, será composta por:

- Sistema de condução e distribuição de água;
- Sistema de monitoramento e automação;
- Sistema de drenagem
- Sistema viário

3.1. Sistema de Condução e Distribuição de Água

O sistema de condução e distribuição de água do Perímetro compreende as estruturas hidráulicas descritas a seguir

3.1.1. Tomada d'Água da Barragem

Para adução da água, de montante para jusante da Barragem Bico da Pedra, que é a fonte de abastecimento do sistema, existem duas tubulações de aço com diâmetro de 2.200 mm. A da direita já vinha atendendo ao Perímetro Gorutuba e ao abastecimento das duas cidades e passará a atender, também, o Perímetro de Irrigação Lagoa Grande, que receberá água por meio da adutora secundária TS103. A da esquerda atenderá somente a vazão ecológica do rio Gorutuba.

No talude da barragem, no conduto forçado de aço com 2,20 m de diâmetro, foi implantado um barrilete de comando com 2 (duas) válvulas borboleta de 700 mm de diâmetro e 3 (três) válvulas borboleta de 450 mm de diâmetro, para restituição ao Rio Gorutuba por meio do sangradouro (tomada margem esquerda). Para atender a automação do novo sistema, estas válvulas serão substituídas por outras do tipo globo, com acionamento elétrico, sendo que as de 700 mm de diâmetro passarão para 800 mm. As novas válvulas com acionamento elétrico, serão comandadas à distância pelo Centro de Controle Operacional do sistema de monitoramento e automação a ser implantado.

3.1.2. Estrutura da Tomada d'Água do Canal Principal CP01

A estrutura da tomada d'água do canal CP01 consiste numa caixa de transição entre a adutora de aço de 2.200 mm de diâmetro e o início do encabeçamento do canal. Esta estrutura tem, atualmente, a função hidráulica de dissipar a energia e regularizar o fluxo para o regime de escoamento fluvial uniforme.

O controle da vazão aduzida ao canal é realizado por meio de duas válvulas obturadoras de disco afogado, modelo VJU-DF-1000/PROCONCI, com capacidade unitária de escoamento de $3,45 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$.

A estrutura de concreto é constituída de duas câmaras adjacentes. No interior de cada câmara, está instalado um fosso cilíndrico que abriga a bóia da válvula obturadora. A altura vertical da estrutura é de 5,50 m.

Com a implantação do sistema de automação, as válvulas obturadoras perderão a sua função. A liberação de água para o canal CP01 será feita pela operação remota das válvulas da tomada da barragem, tendo-se como referência o nível da água no início do mesmo, função da demanda hídrica momentânea.

A estrutura de concreto permanecerá com a função hidráulica de dissipar a energia e regularizar o fluxo para o regime de escoamento uniforme, direcionando-o para o canal CP01.

3.1.3. Canal Principal CP01

Na readequação, será mantido o Canal Principal CP01 do km 0 ao km 14+040. Neste ponto, ocorre acentuado desnível e daí em diante o mesmo será substituído por tubulação enterrada, comportando-se como conduto forçado, pressurizado gravitacionalmente.

Originalmente, o canal CP01 foi construído em seção trapezoidal do km 0 até km 20+454 (exceto entre o km 0+239 e o km 0+410, onde a seção é retangular) e em seção semicircular (acéquia) entre o km 20+454 até km 31+331. Visando adequar as condições hidráulicas para automatizar o sistema de distribuição d'água, no trecho inicial até o km 5+933, a borda do canal foi elevada gradativamente com a construção de muretas laterais até atingir 1,30 m de altura, com a função de nivelar as bermas e assim possibilitar o seu controle através das comportas automáticas. Deste modo, conforme verificação em campo, este trecho suporta vazão da ordem de $7,00 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$.

Neste trecho do CP01, está instalado no km 0+071, um medidor de vazão tipo ultra-sônico. Este medidor será mantido e incorporado ao sistema de monitoramento e automação.

Também, neste trecho do CP01, encontram-se instaladas três comportas automáticas tipo AVIS, localizadas, respectivamente nos km 5+932, km 9+600 e km 14+017. Estas comportas têm a finalidade de regular a vazão no canal conforme a demanda, mantendo o nível constante a jusante. Na readequação a última será retirada e as outras duas, mantidas. Logo a jusante das duas comportas que serão mantidas serão instalados dois medidores de vazão/nível tipo ultra-sônico, que serão incorporados ao sistema de monitoramento e automação.

3.1.4. Redes de Tubulação

No novo sistema de distribuição de água do PGO, será mantido o canal CP01 do km 0 ao km 14+040. O trecho restante e todos os canais secundários, terciários, quaternários e quindenários serão substituídos por tubulações pressurizadas por gravidade. Com a definição da área a ser irrigada pelo novo sistema de distribuição de água, as redes de tubulação secundária passaram por uma readequação.

As redes pressurizadas compreendem a tubulação TP01 e as tubulações secundárias. A tubulação TP01 substituirá o restante do canal CP01 e acompanhará o seu traçado. As tubulações secundárias e seus sub-ramais substituirão as respectivas acéguas e, também, procurando sempre seguir os traçados das mesmas.

As redes TS101, TS103, TS105, TS107, TS109 e TS111 derivam diretamente do canal CP01 e as redes TS102, TS104, TS106, TS108, TS110, TS112, TS113, TS114, TS115, TS116, TS117, TS118, TS119, TS120, TS122, TS124 e TS126 derivam da tubulação TP01 (Quadro 3.1).

Ressalta-se, ainda, que 10 lotes recebem água diretamente do canal CP01, bem como, a Unidade de Piscicultura da CODEVASF e a COPASA.

Ficou demonstrado nos estudos de alternativas que os tubos de PRFV (poliéster / plástico reforçado com fibra de vidro) e RPVC (policloreto de polivinila reforçado) são os que apresentam menores preços. Por esta razão foi recomendada a adoção destes dois tipos de tubo

Os tubos a serem utilizados deverão ser da classe de pressão PN 6 e classe de rigidez de 5.000 N m^{-2} .

O dimensionamento das tubulações e cálculo das respectivas perdas de carga foram realizados com utilização da fórmula de Hazen-Williams¹. Os resultados do dimensionamento das redes estão apresentados no Quadro 3.2.

¹Neves, E. T. **Curso de hidráulica**. Porto Alegre: Ed. Globo, 1968

Quadro 3.1. Rede de tubulação pressurizada

REDE	CANAL SUBSTITUÍDO	COMPRIMENTO (m)
<i>Derivação do CP01</i>		
TS101	CS101 e sub-ramais	4.792
TS103	CS103 e sub-ramais	15.958
TS105	CS105 e sub-ramais	7.563
TS107	CS107 e sub-ramais	22.126
TS109	CS109 e sub-ramais	3.445
TS111	CS111 e sub-ramais	6.560
TP-01	CP01	17.205
<i>Derivação do TP-01</i>		
TS102	CT102.02	669
TS104	CT 102.04	566
TS106	CS102 e sub-ramais	5.819
TS108	CS104	416
TS110	CS106 e sub-ramais	5.044
TS112	CS110	789
TS113	CS113 e sub-ramais	3.180
TS114	CS112 e sub-ramais	6.098
TS115	CT115.01 e sub-ramais	1.169
TS116	CS114	2.126
TS117	CT115.03 e sub-ramais	1.067
TS118	CS116 e sub-ramais	7.682
TS119	CT115.05 e sub-ramais	4.901
TS120	CS118 e sub-ramais	1.381
TS122	CS120	533
TS124	CS122	680
TS126	CS124	93
TOTAL		119.862

3.1.5. Tomada d'Água no Canal Principal CP01 para a Tubulação Principal TP01 - Transição do Canal CP01 para a Tubulação TP01

O Canal Principal CP01, na altura do km 14+040m, será modificado de canal aberto para tubulação enterrada, passando, a partir desse ponto a funcionar como conduto forçado, com a denominação de TP01.

A tubulação TP01 deverá ser construída acompanhando o canal existente a ser desativado, pelo lado direito. No km 14+040 o canal CP01 será fechado

Quadro 3.2. Resultados do dimensionamento das redes de tubulações

REDE	DIÂMETRO															
	100	150	200	250	300	350	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	TOTAL
TP01	619	642	0	863	803	1.220	660	2.079	684	3.207	0	1.997	2.035	1.359	1.037	17.205
TS101	91	375	238	158	882	803	1.348	524	373	0	0	0	0	0	0	4.792
TS102	16	622	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	669
TS103	0	499	1.369	12	3.119	715	0	1.986	0	0	0	0	3.801	300	4.157	15.958
TS104	0	416	150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	566
TS105	827	2.071	817	654	207	555	580	0	33	1.819	0	0	0	0	0	7.563
TS106	589	1.800	493	0	959	515	374	1.089	0	0	0	0	0	0	0	5.819
TS107	1.477	5.128	3.013	2.404	1.634	0	907	573	3.667	2.440	883	0	0	0	0	22.126
TS108	0	0	6	0	410	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	416
TS109	893	886	201	1.015	429	0	0	22	0	0	0	0	0	0	0	3.445
TS110	757	858	1.083	801	350	215	980	0	0	0	0	0	0	0	0	5.044
TS111	1.063	1.505	345	619	1.046	369	949	664	0	0	0	0	0	0	0	6.560
TS112	774	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	789
TS113	779	375	228	624	593	581	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.180
TS114	786	970	998	1.364	653	329	998	0	0	0	0	0	0	0	0	6.098
TS115	47	630	466	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.169
TS116	0	764	773	589	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.126
TS117	159	878	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.067
TS118	760	1.259	1.496	280	68	1.109	1.730	980	0	0	0	0	0	0	0	7.682
TS119	1.218	833	1.630	0	428	786	6	0	0	0	0	0	0	0	0	4.901
TS120	0	834	547	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.381
TS122	133	400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	533
TS124	304	235	141	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	680
TS126	93	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	93
TOTAL	11.385	21.980	14.070	9.409	11.581	7.197	8.532	7.917	4.757	7.466	883	1.997	5.836	1.659	5.194	119.862

transversalmente por uma mureta de concreto. A transição de canal para tubulação será feita por meio de uma tomada construída no lado direito, imediatamente à montante da mureta.

Esta tomada é constituída por uma curva de 1.200 mm x 45° instalada no lado do canal, tendo na entrada uma grade de aço inoxidável, com abertura de 10 mm (proteção contra acidentes e entrada de detritos na canalização); um tubo de 1.200 m transpondo transversalmente a berma do canal; uma curva 1.200 mm x 90°; outro tubo; uma ventosa tríplice função; uma válvula borboleta acionada por motor elétrico; uma junta Gibault (JGI/JM) e um medidor de vazão tipo ultrassônico. A ventosa instalada logo após a válvula borboleta, além de permitir a entrada de ar durante o esvaziamento da adutora e a saída de ar no enchimento, também atenua a formação de vórtice na entrada da tubulação.

A curva inicial ficará posicionada 0,20 m acima da cota de fundo do canal principal, para evitar que materiais nele depositados não entrem na tubulação. A válvula borboleta, a ventosa, a junta e o medidor de vazão serão abrigados numa caixa de concreto armado.

As informações do medidor de vazão serão transmitidas ao Centro de Controle Operacional (CCO), que poderá acionar o fechamento ou abertura, parcial ou total, da válvula borboleta.

3.1.6. Tomadas d'Água no Canal Principal para Tubulações Secundárias

São as tomadas de água no Canal Principal CP01 para as tubulações secundárias TS101, TS103, TS105, TS107, TS109 e TS111.

Estas tomadas compreendem um tubo partindo da lateral do CP01, tendo na sua entrada uma grade de aço inoxidável, com abertura de 10 mm (proteção contra acidentes e entrada de detritos na canalização); uma ventosa tríplice função; uma válvula borboleta acionada por motor elétrico; uma junta Gibault (JGI/JM) e um

medidor de vazão ultra-sônico (diâmetros iguais ou maiores do que 700 mm) ou eletromagnético tipo carretel (diâmetros até 600 mm). Também, neste caso, a ventosa instalada logo após a válvula borboleta, além de permitir a entrada de ar durante o esvaziamento da adutora e a saída de ar no enchimento, também atenua a formação de vórtice na entrada da tubulação.

No caso da tomada para o TS103, para que o primeiro tubo fique enterrado a pelo menos 1,10 m da superfície da berma do canal, ela é iniciada com uma curva de 1.200 mm x 45°.

O tubo inicial (ou curva, no caso do TS103) ficará posicionado 0,20 m acima da cota de fundo do canal principal, para evitar que materiais nele depositados não entrem na tubulação. A válvula borboleta, a ventosa, a junta e o medidor de vazão serão abrigados numa caixa de concreto armado.

As informações dos medidores de vazão serão transmitidas ao CCO, que poderá acionar o fechamento ou abertura, parcial ou total, das válvulas borboletas.

3.1.7. Tomadas d'Água nas Tubulações Principal/Secundárias/Terciárias/Quaternárias

As tomadas de água na tubulação principal, secundária, terciárias e quaternárias para ramais serão feitas através de um “T” ao qual se conecta um tubo, uma válvula borboleta operada manualmente, com redutor no caso de diâmetro igual ou superior a 400 mm e uma junta Gibault (JGI/JM). A válvula borboleta e a junta serão abrigadas em uma caixa de alvenaria de tijolos maciços, dotada de tampa em concreto armado pré-moldado.

Ocorrem duas situações Na primeira, o ramal deriva lateralmente. Na segunda, o ramal segue em linha reta e a tubulação a da qual parte o ramal muda de direção formando um ângulo.

3.1.8. Descargas das Tubulações

Para permitir o esvaziamento das tubulações e a retirada de eventuais detritos que tenham entrado nas tubulações, foram previstas estruturas descargas. Estão localizadas nas extremidades finais das tubulações, ou nos pontos mais baixos, onde a declividade muda de descendente para ascendente.

As descargas nas extremidades das tubulações, são constituídas de uma redução excêntrica (se necessário), um registro de gaveta com flanges, no diâmetro nominal de 100 ou 200 mm e um tubo flange-ponta no mesmo diâmetro do registro conectado a uma tubulação nesse diâmetro que deverá lançar a água a ser descarregada num dreno natural, ou talvegue. As descargas situadas nos pontos baixos (de inflexão da declividade de descendente para ascendente) são compostas de uma curva de 90° conectada a um “T” da tubulação, um registro de gaveta com flanges no diâmetro de 100 ou 200 mm e um tubo flange-ponta no mesmo diâmetro do registro conectado a uma tubulação nesse diâmetro que deverá lançar a água a ser descarregada num dreno natural, ou talvegue.

O registro ficará abrigado no interior de uma caixa de alvenaria de tijolos, nas dimensões indicadas pelo projeto, dotada de uma tampa de aço reforçado, com cadeado.

3.1.9. Válvulas de Controle e Bloqueio

Ao longo das tubulações foram previstas a instalação de válvulas para isolamento de trechos dessas tubulações de modo que, algum problema que venha acontecer a jusante dessas válvulas, não interrompam o fornecimento de água para as parcelas situadas a montante das mesmas.

Essas válvulas serão do tipo borboleta com acionamento manual. Elas serão abrigadas em caixas concreto com tampas em concreto armado.

Essas válvulas, em número de 10, serão implantadas nos seguintes pontos:

TS101 – 1 unidade : logo após a derivação para TT10101;

TS105 – 1 unidade : logo após a derivação para TT10502;
TS106 – 1 unidade : logo após a derivação para TT10604;
TS107 – 1 unidade : antes da tomada para o lote 280;
TT10708 – 1 unidade : logo após a derivação para TO1070801;
TS110 – 1 unidade : logo após a tomada para o lote 2500;
TS111 – 1 unidade : antes da derivação para a TT11103;
TS118 – 1 unidade : antes da derivação para a TT11801;
TS119 – 1 unidade : após a derivação para a TT11103;
TP01 – 1 unidade : após a derivação para a TS118.

3.1.10. Ventosas

São aparelhos instalados nos pontos altos dos condutos forçados que permitem a saída do ar que tenha ficado ou entrado neles (ventosa simples) e, também, permitem a entrada de ar durante o esvaziamento dos mesmos ou quando ocorre redução de pressão no seu interior (ventosa tríplice função)

Além das ventosas previstas nas tomadas do canal CP01 para tubulações, serão instaladas outras ao longo das adutoras nos pontos altos, de inflexão da declividade de ascendente para descendente. Se tubulação for de grande diâmetro e houver risco de ocorrer sub-pressão, será instalada ventosa tríplice função. Se a tubulação for de pequeno diâmetro, será instalada ventosa simples, com a finalidade principal de expurgar o ar eventualmente aprisionado.

As ventosas tríplice função serão abrigadas em caixas de alvenaria com tampa de aço reforçado, com cadeado. As ventosas simples serão protegidas por anéis de concreto pré-moldados, com tampão de ferro fundido. Os desenhos de instalação das ventosas são os de número EST 008 fls. 1/2 e 2/2 (Volume 4 - Estruturas).

3.1.11. Derivação de Água para o Perímetro Lagoa Grande e Transposição sobre o Rio Gorutuba

No final da tubulação TT10301, de diâmetro de 1.000 mm, está prevista a instalação de uma estrutura de derivação de água para o Perímetro Lagoa Grande, conectada, em continuação, à uma estrutura de transposição sobre o Rio Gorutuba.

A derivação de água para o PLG é composta de uma válvula borboleta com acionamento elétrico, um medidor de vazão ultrassônico, uma junta Gibault e uma válvula de descarga da tubulação. Todo o conjunto é abrigado numa caixa de concreto com tampa. Em seguida, inicia-se a estrutura de travessia sobre o Rio Gorutuba.

A estrutura de travessia será do tipo aéreo, constituída por tubos de ferro fundido TK7, de 1.000 mm diâmetro. A tubulação será apoiada em pilares de concreto armado, implantados nas margens e dentro rio, perfurando a plataforma de concreto existente. A instalação de uma ventosa de tríplice função faz-se necessário para permitir a entrada de ar por ocasião de descargas da tubulação e saída, durante o reenchimento. Após a transposição do rio, será instalada outra válvula de descarga e a tubulação será conectada à adutora de recalque da atual estação de bombeamento do PLG, que ficará fora de funcionamento e, deste modo, a água seguirá por gravidade até o início do canal do projeto.

No local, será instalada uma UTR do sistema de monitoramento e automação e a estrutura de derivação será comandada automaticamente e à distância pela CCO, especialmente, mantendo a vazão da abastecimento do Perímetro Lagoa Grande dentro do limite projetado, sem provocar desequilíbrio na adutora à montante.

3.1.12. Travessias sob a Linha Férrea e a Rodovia

Serão executadas cinco travessias de tubulação sob a linha férrea e três sob a Rodovia BR-122, que cortam o PGO.

Serão empregados métodos não destrutivos, de forma a evitar obras com valas transversais a céu aberto nas vias de tráfego, que ocasionam transtornos tais como: interrupção e congestionamento do trânsito, acidentes com pedestres, dificuldades de acesso ao comércio e outros.

Poderão ser empregados dois métodos que não interferem na superfície das vias e no tráfego:

- **Abertura de túneis do tipo Tunnel Liner para execução de travessias nos diâmetros de 500 a 1200 mm, na forma circular**

Emprega-se chapas de aço corrugado de fácil manuseio e escavações com avanço modular de 46 cm ou 50 cm, com área reduzida de solo exposto. Nos flanges das chapas de revestimento, podem ser fixadas escoras metálicas para apoiar escudos frontais, reduzindo o risco de desmoronamentos, podendo ser implantado na maioria dos tipos de solos. A cada novo segmento do túnel montado, é possível a imediata escavação do anel seguinte.

Sendo um sistema de revestimento com chapas de aço, o Tunnel Liner permite furações e adaptações dentro do túnel para contornar ou eliminar interferências, não cadastradas, que possam surgir durante a execução.

- **Execução das travessias em túnel para a instalação de dutos com diâmetros abaixo de 500 mm, através do processo de perfuração horizontal direcional**

Utiliza-se um conjunto de equipamentos eletromecânicos. Uma perfuratriz rotativa perfura o solo por meio de rotação e injeção de água ou ar comprimido. Sua montagem inclui ancoragem no terreno de base, alinhamento e inclinação desejada para o início da perfuração. Acionando o equipamento, a perfuratriz executa um furo piloto guiado por um emissor de ondas eletromagnéticas que informa constantemente a posição, inclinação e direcionamento da cabeça de perfuração.

Com base no levantamento topográfico e do cadastro de interferências, elaborase o plano de navegação da perfuração a ser executada, levando-se em conta as profundidades necessárias e a flexibilidade da tubulação a ser instalada. São posicionados poços de partida e chegada para perfuração, em pontos que garantam a não intervenção na faixa desejada, a uma distância de 10m do seu entorno.

A partir do poço de partida, uma haste é utilizada para perfurar horizontalmente, com o uso de fluido lubrificante, que é expelido por difusores especialmente projetados na cabeça da haste. O direcionamento da perfuração é acurado através de um transmissor na cabeça da lança, com grande precisão, permitindo que a haste atinja o local exato determinado para o poço de saída, garantindo a diretriz e profundidades determinadas.

Um escarificador apropriado é então colocado, permitindo o alargamento do furo piloto até o diâmetro desejado com diâmetro 1,5 superior ao diâmetro da rede, que permitirá executar a “puxada” dos dutos do tubo camisa e da rede de água no sentido inverso da escavação. O elemento a ser introduzido para dentro do furo piloto (tubulação), é preso diretamente atrás do alargador e cuidadosamente puxado, sem causar qualquer dano, servindo o fluido de lubrificante.

O alargamento e desobstrução do furo consiste na passagem progressiva de ferramentas de diâmetros maiores a cada operação até atingir o suficiente para a instalação do tubo, removendo e compactando o material (solo) de forma a desobstruir completamente o furo.

Com o furo preparado, executa-se a solda das barras e a sonda faz a instalação do tubo por tração. Para implantação de dutos, o método de inserção varia de acordo com a característica do solo (incluindo até rochas) chegando ao máximo de complexidade com a execução dos “microtúneis” que utilizam o equipamento denominado shield para assentamento de tubos de concreto ou aço, cujo diâmetro pode variar de 600 a 3.000 milímetros.

3.1.13. Ancoragens

Ancoragens são blocos em concreto simples ou armado, utilizados nas redes adutoras para absorver os esforços resultantes da pressão interna exercida pela água nos mesmos. Os blocos de ancoragem deverão ser construídos nos pontos de deflexão, de mudança de diâmetro, nas instalações de aparelhos, nas peças especiais e conexões com juntas elásticas, nos finais de linha e nos trechos inclinados sujeitos a deslizamento.

No presente projeto, as pressões dinâmicas atuantes são baixas e, por esta razão, os blocos de ancoragem deverão ter pequenas dimensões ou mesmo serem desnecessários em alguns casos.

3.1.14. Tomadas de Água para as Parcelas

Para abastecimento de água das parcelas, será construída uma estrutura que parte de um “T” montado na tubulação geral. Esta estrutura é composta de um tubo conectado ao “T”, válvula borboleta com acionamento manual, uma válvula reguladora de pressão/vazão e um hidrômetro.

A válvula borboleta, a válvula reguladora de pressão/vazão e o hidrômetro serão abrigados em uma caixa de concreto, dotada de tampa de aço reforçado, com cadeado

3.2. Sistema de Monitoramento e Automação

O sistema de telemetria, controle e supervisão do Perímetro de Irrigação Gorutuba foi concebido de maneira que se possa monitorar as vazões de distribuição de água nos ramais principais e controlar a entrada de água no canal principal, de acordo com a demanda hídrica do perímetro, à distância e em tempo real.

O projeto de automação proposto realizará as suas funções, à distância e em tempo real, destacando-se:

- Derivação controlada da água da barragem para o canal principal CP01;
- Controle da distribuição de água nas tubulações secundária e ramais;
- Monitoramento das vazões em diversos pontos estratégicos do sistema, por meio de telemetria e
- Monitoramento da segurança física das estruturas, equipamentos e de locais estratégicos, com utilização de circuito fechado de televisão (CFTV).

A solução proposta baseia-se na adoção de redes industriais e softwares supervisórios, cuja escolha deve-se ao atendimento, além das questões técnicas, das seguintes premissas: solução mais comumente adotada no mercado nacional, o que garante melhores custos durante a implantação e manutenção, e amplo suporte técnico.

O sistema de automação projetado compreende:

- Unidades Terminais Remotas (UTR)
- Centro de Controle Operacional (CCO)
- Sistema de Comunicação entre as UTR e o CCO
- Sistema Elétrico

3.2.1. Unidades Terminais Remotas

Unidades Terminais Remotas (UTR) serão instaladas nos diversos pontos onde se deseja realizar o controle e monitoramento. Tem a finalidade de coletar informações e dados que permitam a tomada de decisão pelo CCO, que pode enviar comandos a cada equipamento integrado à respectiva UTR. Serão implantadas 10 UTR, conforme descrito no Quadro 3.3.

As UTR concentrarão todos os equipamentos necessários ao monitoramento em tempo real. Seus principais equipamentos de monitoramento e operação são: conversor industrial de sinais Profibus DP para fibra óptica, monomodo; módulos compactos de entrada e de saída (analógico e digital) com interface Profibus DP e, na UTR-10, rádio modem digital ETHERNET 2,4GHz 400mw e gateway wireless - Profibus DP.

Como medidas de segurança e anti-vandalismo, previu-se a instalação, em cada UTR, de um sistema de circuito fechado de TV (CFTV), cuja função será monitorar a integridade da unidade e o perímetro ao seu alcance. Cada conjunto será composto, por uma câmera speed-dome, sirene, sinalizador rotativo, sensores de proximidade e sensor de abertura de porta do painel.

Todos os equipamentos de cada UTR deverão ser montados em um único painel, inclusive gateways/repeaters, switches, DIOS, transmissores e sistema de CFTV. Os painéis das UTR deverão ser instalados a 6 metros de altura, junto ao poste da rede elétrica, o que por si só, minimiza o vandalismo.

3.2.2. Centro de Controle Operacional

O Centro de Controle Operacional (CCO) constitui uma unidade central, devidamente instrumentada com equipamentos apropriados e informáticos, preparada para receber todas as informações das UTR, processá-las e gerar comandos e alarmes de acordo com as necessidades operacionais. Deste CCO poder-se-á controlar e monitorar toda operação do sistema de condução e distribuição de água do PGO.

O CCO, ponto estratégico do sistema, é o concentrador de informações e o centro de tomada de decisões do DIG, sendo preparado para atuar 24 horas por dia, 7 dias por semana. Através de telas gráficas o operador pode visualizar todo o sistema hidráulico sem haver necessidade de ir ao campo. Do CCO é possível verificar a situação do canal e das tubulações secundárias, possíveis falhas,

Quadro 3.3. Relação das Unidades Terminais Remotas a serem instaladas

UTR	2LOCALIZAÇÃO	EQUIPAMENTOS LOCAIS CONTROLADOS
UTR-01	Tomada da Barragem	03 Válvulas tipo globo ac. elétrico, diam. 450 mm 02 Válvulas tipo globo AC. elétrico, diam. 800 mm
UTR-02	CP01 km 0+071	01 Medidor ultra-sônico de canal
UTR-03	Início TS101	01 Válvula tipo borboleta ac. elétrico, diam. 600 mm 01 Medidor eletromagnético carretel, diam. 600 mm
UTR-04	Início TS103	01 Válvula tipo borboleta ac. elétrico, diam. 1.200 mm 01 Medidor ultra-sônico, para diam. 1.200 mm
	Canal CP01	01 Medidor ultra-sônico de canal no CP01 01 Comporta plana ac. elétrico a montante da estrutura AVIS
UTR-05	Início TS105	01 Válvula tipo borboleta ac. elétrico, diam. 700 mm 01 Medidor ultra-sônico, para diam. 700 mm
UTR-06	Início TS107	01 Válvula tipo borboleta ac. elétrico, diam. 800 mm 01 Medidor ultra-sônico, para diam. 800 mm
	Canal CP01	01 Medidor ultra-sônico de canal no CP01 01 Comporta plana ac. elétrico à montante da estrutura AVIS
UTR-07	Início TS109	01 Válvula tipo borboleta ac. elétrico, diam. 500 mm 01 Medidor eletromagnético carretel, diam. 500 mm
UTR-08	Início TS111	01 Válvula tipo borboleta ac. elétrico, diam. 500 mm 01 Medidor eletromagnético carretel, diam. 500 mm
UTR-09	Início TP01 (final Canal CP01)	01 Válvula tipo borboleta ac. elétrico, diam. 1.200 mm 01 Medidor ultra-sônico, para diam. 1.200 mm
UTR-10	Final TT10301 (antes da transposição sobre o rio Gorutuba)	01 Válvula tipo borboleta ac. elétrico, diam. 1.000 mm 01 Medidor ultra-sônico, para diam. 1.000 mm

segurança e integridade através da visualização das imagens captadas pelo CFTV.

Através do CCO e das UTR o Distrito de Irrigação Gorutuba poderá operar de forma automática, bastando apenas a supervisão de um operador que irá atuar somente na ocorrência de algum evento ou alarme.

O CCO será implantado numa sala específica na sede administrativa do Distrito de Irrigação do Perímetro Gorutuba – DIG. O controle, monitoramento e comando dos equipamentos instalados nas UTR serão realizados pelo Sistema Digital de Supervisão e Controle (SDSC) através de um sistema supervisório baseado no software Elipse. O SDSC será composto por dois servidores de dados e telas em modo hot standby e um servidor para o sistema de CFTV, montados em rack, locado em ambiente devidamente climatizado e com acesso restrito. O sistema contará ainda com uma Estação de Operação Local (EOL) e duas Estações de Operação e Manutenção (EOM), sendo uma delas do tipo móvel (notebook) para manutenção em campo.

3.2.3. Sistema de Comunicação entre as UTR e o CCO

O sistema de comunicação foi concebido para executar o envio de informações das UTR para o CCO e o envio de comandos do CCO para as UTR. Adicionalmente, esse sistema também é responsável pelo tráfego de imagens das câmeras do CFTV que cumprem o papel de vigilância em cada UTR.

A comunicação entre as UTR-01 a UTR-09 e o CCO será realizada por meio de rede Profibus DP, sobre fibra óptica, tipo monomodo, sintética, que garante conexão, com boas taxas, em até 80 km. Tal característica permitirá, no futuro, a ampliação da rede de monitoramento para a tubulação principal (TP01).

A rede de fibra óptica será lançada junto com o sistema de força, portanto será aérea e acompanhará a área de servidão do canal principal. Somente para interligação com CCO a rede Profibus em fibra óptica previu-se o lançamento,

diretamente enterrado, de um trecho de 3 km, conectando o painel localizado na derivação CP01 e TS103, ao CCO.

A UTR-10 encontra-se a mais de 4 km (visada direta) do canal CP01 e a 6 km do CCO, por isso, a comunicação com a mesma será realizada por uma rede Profibus DP e rede ETHERNET via rádio, com frequência homologada pela ANATEL.

3.2.4. Sistema Elétrico

O sistema elétrico do projeto de automação e monitoramento foi concebido com o objetivo de possibilitar a melhor distribuição e uso de energia elétrica, alimentação e acionamento de sistemas de sensoriamento de nível/vazão e sistemas de monitoramento por câmaras de TV, em pontos chave ao longo da rede hidráulica.

A alimentação elétrica das Unidades Terminais Remotas (UTR) do sistema será por Rede de Distribuição Aérea Rural (RDR), projetada de modo a garantir as mínimas condições técnicas, econômicas e de segurança a um adequado fornecimento de energia elétrica.

O tipo de obra é RDR Extensão e Modificação (RDR- EM-RDR) que implicará no prolongamento da posteação existente, necessitando de interligação com a rede. A carga considerada para o projeto atende a demandas atuais e futuras do local.

A rede primária será trifásica a quatro fios, sendo o neutro multiterrado com tensão nominal 13.800 V dentro da área de influência do sistema já operando nesta tensão. A faixa de operação normal do sistema é no máximo de 14.452V e no mínimo de 13.096 V e a faixa operação emergência do sistema, duração máxima de 5 dias, é no máximo de 14.490V e no mínimo de 12.420V. Com esse critério, e considerando o barramento da SE de distribuição regular, a máxima queda de tensão permissível no ponto mais desfavorável na rede primária será de

8% em condições normais e 13% em condições de emergência. A queda de tensão é calculada em sistemas sem regulador de tensão e/ou banco de capacitores.

O alimentador radial, constituído de um tronco principal da periferia de localidade, alimentará os diversos ramais. O projeto deve ser tal que o tronco do alimentador passe o mais próximo possível do centro de carga.

O transformador trifásico a quatro fios 13.800 V, capacidade 15 kVA tensão superior 13.800/13.200/12.600, tensão inferior 220/127 e tipo de ligação estrela com neutro aterrado atende à carga do sistema, sendo o menor transformador permitido pela CEMIG.

O projeto do sistema elétrico prevê: sistema de proteção e seccionamento da rede aérea; aterramento e sistema de proteção contra descargas atmosféricas.

3.3. Sistema de Drenagem

O Perímetro Gorutuba possui extensa rede drenagem, constituída por drenos abertos principais, secundários, terciários e quaternários, perfazendo um total de 137.560 m.

3.4. Sistema Viário

É constituído por estradas de serviço que permitem o acesso a todas as áreas do perímetro. Desenvolve-se ao longo das redes de condução e distribuição, além de propiciarem o acesso a todos os lotes agrícolas e às obras hidráulicas. Permite, ainda, a interligação das diferentes regiões do projeto entre si e com a malha viária que corta o perímetro. A rede viária do PGO atinge um total de 320.000 m.

4. OPERAÇÃO DO SISTEMA DE CONDUÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA DE USO COMUM

Com a implantação do sistema de monitoramento e automação, o novo sistema hidráulico do PGO deverá ser operado de forma totalmente automática e monitorado em tempo real, a partir do Centro de Controle Operacional (CCO) localizado numa sala da sede do Distrito do Perímetro de Irrigação Gorutuba (DIG).

As estruturas fundamentais para a operação automática e à distância do sistema são:

- Válvulas tipo globo com acionamento elétrico, localizadas na derivação de água da barragem para o canal CP01;
- Medidor de nível/vazão ultra-sônico, localizado no km 0+071 do canal CP01;
- Comporta plana estanque, com acionamento elétrico, localizada no canal CP01, a montante da comporta AVIO(1) instalada logo acima da tomada para a tubulação TS103;
- Medidor de nível/vazão ultra-sônico, localizado entre a comporta AVIO(1) e a tomada para a tubulação TS103;
- Comporta plana estanque, com acionamento elétrico, localizada no canal CP01, a montante da comporta AVIO(2), instalado logo acima da tomada para a tubulação TS107;
- Válvulas borboleta, com acionamento elétrico e medidores de vazão ultra-sônicos e eletromagnéticos, localizados nas tomadas do canal CP01 para as tubulações: TS103, TS105, TS107, TS109, TS111, TS113 e TP01;

- Válvulas borboleta com acionamento elétrico e medidor de vazão ultrassônico, localizados na tomada d água para o Perímetro Lagoa Grande (final da tubulação TT10301);
- Unidades Terminais Remotas (UTRs), localizadas junto às estruturas acima relacionadas; e
- Central de Controle Operacional (CCO), localizada na sede do DIG.

4.1. Operação do Sistema

Para início de operação do sistema hidráulico do PGO, considera-se que nenhum usuário esta derivando água e todas as redes de tubulações e o canal CP01 estão cheios d água. Nesta situação tem-se:

- Todas as tomadas de água dos usuários estão fechadas;
- Todas as válvulas de derivação do CP01 para a TP01 e para as tubulações secundárias estão abertas;
- As comportas planas estanques à montante das AVIOs estão fechadas;
- O canal CP01 está cheio, no nível máximo em cada trecho;
- As válvulas globo na tomada junto à barragem estão fechadas;
- Quando os usuários começam a derivar água nas tomadas (demanda livre) o sistema passa a funcionar automaticamente, conforme a seguinte seqüência:
 - A água começa a fluir nas tubulações;

- O nível da água começa a baixar no CP01, que é acusado nos medidores ultra-sônicos instalados à jusante das comportas AVIO;
- As UTR enviam esta informação à CCO, que, por meio da mesma UTR, remete comando para abertura das comportas planas estanques;
- O medidor ultra-sônico instalado no km 0+071 do CP01 acusa o depleção da água no mesmo;
- A respectiva UTR remete esta informação a CCO, que envia por meio da UTR própria comando para iniciar a abertura gradual das válvulas globo, localizadas na tomada da barragem;
- Se o consumo aumenta a CCO comanda mais abertura das válvulas globo; se o consumo diminuir, a CCO comanda o fechamento proporcional das ditas válvulas;
- Se todos usuários param de derivar água a CCO comanda o fechamento das comportas planas estanques no CP e as válvulas globo na tomada da barragem.
- No caso da derivação de água para o Perímetro Lagoa Grande, a CCO esta programada para liberar até a vazão máxima estabelecida. Isto será feito pelo monitoramento em tempo real da vazão que esta fluindo, acusada o medidor ultra-sônico, enviando comandos, por meio da UTR local, para abrir ou fechar, gradualmente, a válvula borboleta.

4.2. Monitoramento

As UTR também enviarão para a CCO, em tempo real, as vazões acusadas nos medidores das derivações e os níveis de água no CP01. Estes dados são visualizados pelo operador da CCO e também ficam gravados no sistema, para posterior consulta e cópia.

4.3. Acidentes na Rede Hidráulica

O sistema de monitoramento será programado para acusar qualquer anomalia de funcionamento da rede hidráulica, causada por acidente, imperícia ou outro motivo. Quando tal fato ocorre um alarme é acionado e o operador da CCO pode fechar manualmente os trechos com anomalia. Uma equipe de campo pode ser acionada para verificar no local o ocorrido.

4.4. Segurança

As UTR transmitem, também, para a CCO as imagens do local geradas pelas câmaras IP de captação de imagem do circuito fechado de televisão (CFTV). Estas imagens são visualizadas pelo operador da CCO e constando-se qualquer violação ou vandalismo, poderá disparar um alarme e acionar uma equipe de segurança ou a polícia para ida ao local.

5. MANUTENÇÃO DA INFRA-ESTRUTURA DE USO COMUM

5.1. Geral

O cuidado e conservação dos equipamentos, máquinas e estruturas de uso coletivo existentes no perímetro são tão importantes quanto à própria operação do mesmo. Por esse motivo é necessário que exista uma perfeita integração entre as atividades de operação e manutenção.

A manutenção de rotina abrange todas as tarefas necessárias para assegurar a continuidade de operação das estruturas e a integridade das obras e equipamentos implantados no perímetro irrigado.

As obras civis e equipamentos que integram um projeto de irrigação estão permanentemente expostos às atividades destruidoras dos agentes naturais, onde a água, pela sua constante presença, é o principal elemento responsável pelas danificações nas estruturas hidráulicas.

Deve ser considerada, também, a ação de intempéries, dos ventos e de eventuais vandalismos que contribuem para o desgaste, deterioração e limitação da durabilidade das obras.

A equipe de trabalho de manutenção das obras civis deverá ser capacitada e programada para controlar a atividade destruidora dos agentes mencionados, restaurando, em tempo hábil, as danificações constatadas, com vistas a cessar seu efeito progressivo e evitar maiores comprometimentos da integridade das estruturas.

- **Principais Atividades**

- a) vistoria periódica das obras e equipamentos do projeto;

- b) conhecimento das características técnicas de construção e funcionamento das obras, equipamentos e máquinas, a fim de determinar a modalidade mais apropriada dos serviços a serem realizados;
- c) programação dos trabalhos inerentes à atividade, levando-se em conta a demanda dos produtores;
- d) determinar a origem dos problemas, pois não basta apenas corrigir o defeito sem detectar as causas dos problemas;
- e) conhecer a frequência das necessidades de manutenção por tipo de obra e equipamentos, e as tolerâncias permissíveis;
- f) execução das obras de manutenção corretiva que estiverem ao alcance da capacidade estabelecida para a equipe estruturada;
- g) fiscalizar e supervisionar a execução das obras e serviços que, pela sua complexidade ou dimensão, deverão ser contratadas junto a empresas especializadas ou capacitadas tecnicamente;
- h) manter cadastramento atualizado de empresas da região que possuem condições técnicas e econômicas para executar as obras antes referidas;
- i) manter cadastramento atualizado de fornecedores de materiais e equipamentos que tenham condições de suprir as necessidades normais e emergenciais de manutenção das obras;
- j) pesquisar na área do projeto e analisar as condições de exploração de jazidas de materiais (areias, pedras, argilas, saibros, etc) necessários a manutenção das obras;

k) elaborar relatório de manutenção onde serão registradas as ocorrências e atividades desenvolvidas pela equipe de manutenção; e

l) a partir de informações do relatório de manutenção, preparar gradualmente um histórico das ocorrências para cada obra ou trecho da obra, a fim de possibilitar a montagem de um quadro estatístico geral que dará subsídios para análises e estudos visando reformulação das programações de trabalho com previsão dos serviços de maior ocorrência e adoção de providências para evitar que muitos problemas ocorram.

- **Vistoria Periódica das Estruturas e Equipamentos**

Os critérios e procedimentos para as vistorias periódicas e revisão das estruturas e equipamentos principais serão estabelecidos segundo as características técnicas de cada obra.

A vistoria tem objetivo de inspecionar periodicamente todas as obras do projeto, com o objetivo de detectar problemas ou acidentes que venham a comprometer ou interromper a operação do sistema de irrigação.

Este trabalho deverá ser executado por técnico responsável que circulará pelo sistema viário, observando e colhendo informações do pessoal da equipe de operação e, através de um relatório, dará conhecimento da situação geral e de eventuais problemas específicos ao Setor de Manutenção, para análise e providências cabíveis.

A revisão das estruturas e equipamentos principais tem os seguintes objetivos:

- verificar a segurança de todas as estruturas;

- observar a eventual ocorrência de recalque em aterros, junto às estruturas de concreto, pois tais recalques poderão resultar de problemas de instabilidade destas estruturas ou, mesmo, ocasioná-los.

- detectar as condições que possam causar futuras interrupções ou deficiências na operação;

- observar a extensão de danos ou deterioração, a fim de que o Setor de Manutenção possa programar as restaurações ou recuperações; e

- obter dados provenientes da experiência do pessoal da operação visando o aperfeiçoamento dos serviços de operação e manutenção.

5.2. Sistema de Condução e Distribuição de Água

A seguir descreve-se as principais atividades de manutenção das obras, estruturas e equipamentos que compõem sistema de condução e distribuição de água do PGO, com a previsão dos serviços de maior ocorrência, com que as equipes de manutenção deverão se envolver nas suas atividades diárias.

- a) Canal Aberto
- b) Tubulações Enterradas
- c) Estruturas Hidráulicas

a) Canal Aberto

O canal CP01, a céu aberto, possui seção trapezoidal pré moldada, revestimento com placas de concreto simples e juntas de retração preenchidas com mastique elástico.

A manutenção deste canal exige um sistema de trabalho em que, durante o período de irrigação, sejam observados e anotados os problemas que possam ser executados através de uma programação que não impeça o funcionamento continuado do sistema. Dentre estes serviços pode-se destacar:

- Dessassoreamento e limpeza:

O fundo do canal recebe continuamente a deposição de partículas sólidas transportadas pela água de irrigação, depositando-se no fundo do canal em determinados setores, tais como locais de baixa velocidade, curvas, entradas de estruturas hidráulicas e derivações. Esta deposição pode formar camadas espessas, diminuindo a seção de escoamento do canal ou da estrutura hidráulica. Considerando que o projeto prevê dispositivos para descarga de fundo junto às estruturas laterais, que funcionam como extravasores de superfície, este desassoreamento da seção deverá ser efetuado com periodicidade anual, de forma integrada com o programa de irrigação. Este programa estabelecerá o período conveniente para o rebaixamento do nível de água, por setor dos canais, para possibilitar a execução da operação pelas equipes de manutenção. Todo o material sólido e a lama existente deverão ser removidos para fora do canal com ferramentas manuais, como pás, enxadas e baldes;

- Retirada de plantas aquáticas:

O desenvolvimento e acúmulo de plantas aquáticas no canal contribuem para o assoreamento, diminuindo a velocidade do fluxo da água, assim como pode provocar obstruções e prejudicar o funcionamento normal das estruturas hidráulicas de distribuição de água. A sua retirada poderá ser realizada por ocasião da operação de desassoreamento, sendo que, junto às tomadas de água, deverá ocorrer com maior frequência. Esta operação poderá ser efetuada com o auxílio de hastes de madeira e ganchos;

- Recuperação de bermas e taludes:

Este serviço poderá ser executado conjuntamente com a manutenção do sistema viário.

- Remoção de todas as árvores e vegetação alta e de raízes profundas:

A remoção deve ser feita a uma distância mínima de aproximadamente 5 m do sopé externo das margens do canal.

- Outras atividades de manutenção:

É necessário o combate a formigueiros nos taludes dos canais, a observância de atividade de roedores, impedir o trânsito de animais, a limpeza geral do entorno, com retirada de galhos e árvores caídas e/ou materiais soltos que possam ser carregados pelas águas pluviais para dentro das valas e estruturas hidráulicas de drenagem. Nas vistorias periódicas deverá ser verificado o desenvolvimento de vegetação junto às estruturas, o que poderá significar vazamentos imperceptíveis a observação direta. Após as grandes precipitações, deverão ser efetuadas inspeções imediatas, principalmente junto aos grandes cortes e aterros, a fim de verificar a ocorrência de danos às estruturas dos canais ou do sistema viário e de drenagem que integram o perímetro. Estes processos, quando identificados, deverão ser imediatamente interrompidos, evitando-se assim o rápido processo destrutivo que a erosão promove com a reincidência de chuvas na mesma área;

- Recuperação das placas de concreto:

As placas de concreto simples do revestimento do canal são susceptíveis de danificações, apresentando desgastes, fissuras e rompimentos que podem ocasionar percolações e fugas de água pelo maciço terroso onde está implantado o canal, provocando erosões com solapamento do berço de apoio das placas, podendo afetar o maciço, quando formado por aterro. O serviço de recuperação de placas deverá ser executado de forma minuciosa e programada, para evitar-se problemas no período de irrigação, uma vez que só poderá ser executado com rebaixamento do nível de água no canal ou mesmo o seu esvaziamento. A recuperação das placas de concreto consistirá no refazimento parcial ou total daquelas danificadas, bem como a reconstituição da superfície de apoio. Quando estas placas apresentarem fissuras ou trincas, sem ocorrência de deformações ou indícios de solapamento dos apoios, a recuperação consistirá de simples obstrução com massa de cimento e areia,

com aditivos especiais para melhorar a aderência e expansibilidade da massa de enchimento. O serviço de lançamento do concreto deverá ser executado manualmente ou com auxílio de equipamento mecânico, sendo o acabamento executado manualmente, de forma que propicie superfícies lisas e dentro da geometria de projeto original. Antes do lançamento do concreto, os taludes de apoio ao revestimento deverão ser regularizados e umedecidos.

- Recuperação das juntas de mastique:

A recuperação das juntas de mastique corresponde ao preenchimento das juntas de retração existentes formadas entre as placas de concreto, cujos rejuntamentos anteriores foram danificados com a perda ou deterioração do material de enchimento aplicado. O método de execução deste serviço prevê a limpeza da junta com remoção dos mastiques danificados e seus resíduos, e o posterior reenchimento, após a aplicação do "primer", por um filete de mastique com 1cm de largura por 1cm de profundidade. O serviço de recuperação de juntas de mastique deverá ser executado de acordo com o programa de irrigação, uma vez que também só poderá ser executado com o rebaixamento do nível d'água no canal. Deverá ser feito em intervalos de um ano, juntamente com o desassoreamento e recuperação das placas de concreto.

- Recuperação de bermas e taludes:

O serviço de manutenção de bermas e taludes que integram a estrutura do canal será executado conjuntamente com a manutenção do sistema viário.

Nas vistorias periódicas deverá ser verificado a surgência e desenvolvimento de vegetação junto às estruturas, o que poderá corresponder a vazamentos imperceptíveis na observação direta.

Após as grandes chuvas deverão ser feitas inspeções imediatas, principalmente junto aos grandes cortes e aterros, a fim de verificar a ocorrência de danos importantes às estruturas dos canais ou aos sistemas viário e de drenagem que integram o projeto.

É aconselhável a restauração das superfícies das bermas, taludes e pistas de rolamento imediatamente após o início das erosões, evitando assim o rápido processo destrutivo com formação de voçorocas que se desenvolvem na reincidência de chuvas sobre a mesma área.

O programa de manutenção de canal deverá prever solução para o caso de rompimento parcial de algum canal, devido a acidentes ou fenômenos não contidos a tempo.

Para isso, o canal possuem dispositivos para instalação de stoplogs ao longo de suas estruturas, que poderão ser utilizados para manter o nível de abastecimento d'água de montante (em relação ao ponto de rompimento). Através de canal de desvio ou aqueduto improvisado, o fluxo de água para irrigação poderá ser provisoriamente refeito até atingir a parte de jusante do canal não afetado pelo rompimento.

b) Tubulações Enterradas

A manutenção das tubulações enterradas limita-se, normalmente, à manutenção dos equipamentos instalados ao longo das mesmas, uma vez que só deverão ser feitas intervenções caso sejam constatados vazamentos, ou ocorra algum acidente que provoque o rompimento de algum trecho.

A constatação de vazamentos pode ser feita através da comparação das vazões de entrada nas tubulações e o somatório das vazões entregues nas tomadas parcelares. Além disso, durante as inspeções de manutenção das estradas deverão ser feitas observações no sentido de detectar o surgimento de "focos" de vegetações com exuberância diferenciada o que poderá indicar a ocorrência de vazamentos. Desta forma, pode-se localizá-los para o devido reparo.

Os reparos nas tubulações devem seguir rigorosamente as instruções e recomendações contidas nos manuais fornecidos pelos fabricantes dos tubos.

Recomenda-se, também, que periodicamente, as adutoras enterradas passem por uma limpeza interna. Isto é feito mediante a abertura das válvulas de descarga, de modo que as sujeiras depositadas internamente, devido a paradas do sistema ou baixas velocidades nos trechos, sejam eliminadas. No presente caso, esta providência é especialmente indicada para ser realizada logo após o período chuvoso, quando a rede hidráulica fica parada por um período mais extenso.

c) Estruturas Hidráulicas

A manutenção das estruturas hidráulicas do canal consistirá basicamente na retirada de materiais grosseiros que flutuam na água dos canais e limpeza permanente das grades e filtros que compõem as tomadas parcelares, tomadas de canais e transições.

No que se refere à segurança, será verificada rotineiramente a situação estrutural das obras, observando a ocorrência de fissuras no concreto, infiltrações ou recalques nos aterros, erosões próximas às fundações, deformações de elementos estruturais ou problemas nas juntas e apoios, pois, tais fatos exigirão uma análise técnica para avaliar os níveis de comprometimento e indicar as correções ou obras de prevenção para garantir a estabilidade e segurança destas estruturas.

Para os extravasores, a atenção deve estar voltada para as estruturas do vertedor e da bacia de dissipação, bem como, todo o percurso do efluente deste sistema e, no caso de alguma irregularidade, providenciar a correção

Como regra geral, todas as caixas existentes ao longo das adutoras devem ser inspecionadas ao menos duas vezes ao ano, verificando-se a ocorrência de eventuais vazamentos e efetuando-se a limpeza das mesmas. Quando da abertura das caixas para manutenção, cuidado especial deve ser tomado em

virtude das mesmas constituírem local privilegiado para abrigo de animais peçonhentos (cobras, aranhas, etc.).

d) Equipamentos

Deverão ser realizadas manutenção preventiva e manutenção corretiva. A manutenção preventiva será realizada periodicamente de acordo com a programação e controle para a execução de manutenção e de acordo com as recomendações dos respectivos fabricantes dos equipamentos. A manutenção corretiva será realizada nos casos de ocorrer alguma anormalidade na operação dos equipamentos.

As manutenções, dependendo das circunstâncias, poderão ser realizadas no local onde está instalado o equipamento ou poderá ser realizada em alguma oficina especializada. Nesses casos haverá a necessidade de remover o equipamento e cuidados especiais e adicionais deverão ser tomados.

d1) Peças e Tubulações de Aço da Barragem Bico da Pedra

As peças e tubulações de aço são soldadas ou possuem juntas flangeadas. A manutenção dessas peças consiste na inspeção visual da estanqueidade e do estado de conservação do revestimento externo ou pintura. A inspeção visual da estanqueidade deve ser realizada da mesma forma como recomendado para as peças e tubulações de ferro fundido.

No caso de ser observado vazamento nas juntas soldadas, a respectiva solda deverá ser totalmente removida e reconstituída por soldador experiente de acordo com os procedimentos e instruções de soldagem a seguir descritos.

- Reparos em soldas

Inicialmente a solda existente deverá ser totalmente removida, retirando-se toda a escória. A superfície a ser ressoldada deverá apresentar-se perfeitamente lisa.

Todo o material queimado deverá ser removido cuidadosamente e a área preparada de modo adequado para receber nova soldagem. Cada passe do metal de solda deverá estar isento de porosidade superficial, trincas, mordeduras e outros defeitos.

A soldagem deverá ser executada de modo que a circunferência seja completada de forma simultânea pelo caminhamento de dois equipamentos de solda em sentidos opostos. Qualquer cordão de solda interrompido ao ser retomado exigirá que o princípio do novo cordão derreta completamente o material do final do cordão anterior, a fim de evitar a ocorrência de qualquer descontinuidade.

Deverá ser feito o martelamento cuidadoso dos passes com ferramentas apropriadas para alívio das tensões. Cada passe de solda, logo que concluído deverá ser perfeitamente limpo das impurezas e corpos estranhos, a fim de ser inspecionado.

Após a solda, a tubulação deverá ser submetida a testes de estanqueidade segundo as recomendações da norma da ABNT NBR 9650.

- Reparos no revestimento externo ou pintura

O revestimento externo ou a pintura das peças e tubulações de aço tem por finalidade evitar a oxidação das mesmas. No caso da inspeção visual constatar que esse revestimento ou essa pintura estiver em mau estado de conservação, deverão ser providenciados os adequados reparos para que as peças não sofram a oxidação.

Os reparos no revestimento externo ou pintura consistem nos seguintes procedimentos:

- identificação e isolamento da área a ser reparada;
- remoção do revestimento ou da pintura antiga;

- limpeza das partes a receberem o novo revestimento ou pintura;
- aplicação do novo revestimento ou da nova pintura de acordo com as especificações existentes no projeto: o tipo de revestimento e a pintura a serem executados deverão ser os mesmos das demais partes da peça a ser reparada.

d2) Válvulas Globo e Válvulas Borboleta com Acionamento Elétrico

A manutenção das válvulas globo, localizadas na tomada d'água da barragem e as válvulas borboleta, localizadas nas tomadas do canal para tubulações e na derivação para PLG, acionadas eletricamente, consiste, essencialmente, no acionamento periódico, duas vezes semanal ou mais, do mecanismo e na inspeção visual do estado de sua pintura de proteção.

O acionamento do mecanismo deverá ser procedido com o movimento de todo o curso. No caso de ocorrer algum impedimento do movimento, seja do eixo de manobra ou internamente, não deve ser introduzido esforço adicional no mecanismo. Nesse caso, a válvula deverá ser removida de sua instalação e inspecionada internamente.

Caso não seja constatada a presença de objetos sólidos que provoque o impedimento do movimento, a válvula deverá ser encaminhada para a assistência técnica indicada pelo fabricante.

A inspeção do estado da pintura tem por objetivo determinar a necessidade de remoção de incrustações e da repintura das válvulas.

d3) Válvulas Borboleta com Acionamento Manual

A manutenção das válvulas borboleta com acionamento manual, também, consiste, essencialmente, no acionamento periódico, duas vezes por semana ou mais, do mecanismo de redução e na inspeção visual do estado de sua pintura de proteção. O procedimento é o mesmo para as válvulas com acionamento elétrico.

d4) Registros Gaveta

Os registros gaveta existentes ao longo da rede devem ser objeto de manutenção regular. A manutenção dos registros consiste na inspeção da caixa de gaxetas, juntas de vedação, haste e porca de manobra para verificação de vazamentos e desgastes. Os mesmos deverão ser acionadas pelo menos 2 vezes por ano, para evitar emperramento e não perderem a sua função. Os procedimentos para manutenção estão descritos a seguir:

- Observação e retirada de serviço

Verificar externamente o registro, observando se há vazamento pela câmara de gaxetas ou pela junta de vedação. Havendo necessidade de substituição das gaxetas ou junta de vedação, proceder à paralisação da adutora.

- Execução da manutenção

Quando o vazamento pela câmara de gaxetas ou junta de vedação for pequeno, apertar de modo leve e uniforme o preme-gaxetas, até que o vazamento seja eliminado. Abrir manualmente o registro, verificando se a haste não está presa. Quando o vazamento for na junta de vedação, reapertar de maneira cruzada os parafusos que fixam o castelo ao corpo do registro;

No caso de substituição das gaxetas, isto é, quando o preme-gaxetas penetrar 2/3 ou mais na câmara de gaxetas, paralisar a adutora e fazer a substituição.

- Manutenção contra corrosão

Deve-se efetuar proteção contra corrosão através de pintura anual.

d5) Juntas de Desmontagem

A manutenção das juntas de desmontagem travada axialmente (JDTA) consiste na verificação de sua funcionalidade quanto à estanqueidade.

Caso forem verificados vazamentos nas juntas de montagem, as mesmas deverão ser desmontadas para a substituição das arruelas de borracha. Após a substituição, os parafusos da junta deverão ser reapertados com cuidado para não ocorrer esmagamento das arruelas.

d6) Medidores de Vazão

A manutenção dos medidores de vazão ultra-sônico (canal e tubulação) eletromagnético deverá ser realizada conforme recomendação dos fabricantes.

d7) Comportas Controladoras de Nível

A manutenção das comportas controladoras de nível tipo AVIO deverá ser realizada segundo as recomendações detalhadas contida no Manual de Montagem, Funcionamento, Regulagem e Manutenção dos referidos equipamentos.

A manutenção desses equipamentos basicamente consiste nos seguintes procedimentos:

- Lubrificação dos Mancais

Injetar a graxa nos mancais por meio de uma bomba do tipo manual. Os mancais deverão ser absolutamente cheios de graxa para evitar qualquer entrada de água.

- Lubrificação dos Rodízios

Lubrificar os quatro rodízios-suportes da caixa, lado montante (se possuírem um dispositivo de lubrificação; caso dos rodízios montados sobre aros de bronze).

- Retoques de Pintura

No período de parada de operação, verificar o estado da pintura e fazer os retoques necessários.

- Reparos contra Oxidação

Desmontar a caixa do flutuador para fazer uma raspagem e para aplicar uma nova proteção sobre o conjunto da comporta.

- Regulagem da Comporta

A regulagem tem por objetivo conduzir a uma lastração conveniente do centro de gravidade da parte móvel da comporta, dentro de uma posição apropriada, verificando se o nível obtido é satisfatório, isto é: se foi estabelecido o nível previsto no projeto e fornecimento da comporta.

Efetivamente, pelo fato da flecha influenciada pelas estruturas da comporta e da influência das tolerâncias normais de construção, o resultante do esforço pode não passar exatamente pela linha do eixo dos mancais, modificando assim a ação da regulagem inicial. Corrigir, em consequência, a equilibragem para que os níveis desejados sejam respeitados (comporta fechada, em seguida comporta aberta).

É igualmente necessário verificar se a instalação é estável para todos os regimes. Uma instalação é estável quando a posição da comporta, para uma certa vazão absorvida a jusante, é bem definida, ou seja, quando a comporta fica

aparentemente imóvel, ou pelo menos se os seus movimentos forem de pequena amplitude e nenhuma característica periódica. Outrossim, é conveniente que o acompanhamento de uma mudança de vazão provocada por algumas manobras a jusante, a comporta volte rapidamente à sua nova posição de equilíbrio: quaisquer oscilações de amplitudes decrescentes são entretanto normais. Ao contrário, se as oscilações se amplificarem ou se conservarem, o funcionamento é qualificado de instável.

A estabilidade de um conjunto com uma comporta a nível constante depende igualmente:

- Das características hidráulicas das obras situadas a montante ou a jusante.
- Da regulação inicial da comporta e da amplitude da oscilação de nível entre as posições abertas e fechadas.

O acréscimo da amplitude de oscilação é um fator de estabilidade. A regulação inicial conduz a uma amplitude de oscilação na ordem de $r/20$ (r = raio do flutuador). Aumentar, se necessário, sem todavia exceder $r/10$. Lembrar que para agir sobre o nível regulado por uma AVIS, é necessário:

- retirar o lastro de dentro do flutuador para fazer baixar o nível médio regulado (e inversamente para fazer subir);
- retirar o lastro de dentro do contra-peso para aumentar a amplitude de oscilação (e inversamente para diminuir).

Efetivamente esta última modificação conduz ao abaixamento de nível regulado com a comporta aberta, não alterando o nível regulado com a comporta fechada. A redução da altura da fenda de comunicação da caixa do flutuador com a calha jusante pode, em certos casos, aumentar a estabilidade da comporta. Caso contrário, uma fenda muito estreita torna a comporta mais lenta e provoca um atraso nas suas respostas às solicitações de nível, arriscando produzir transbordamentos.

5.2. Sistema de Monitoramento e Automação

Os equipamentos, hardwares e peças que compõem a parte física, bem como, os softwares do sistema de monitoramento e automação são muito especiais e com características específicas conforme o fabricante. Por esta razão a manutenção do sistema deverá obedecer aos manuais e catálogos da empresa fornecedora, deverá proporcionar treinamento ao pessoal do DIG responsável pelos trabalhos.

5.3. Sistema de Drenagem

Anualmente, em época imediatamente anterior à estação chuvosa, deve ser feito um levantamento detalhado da situação da rede de drenagem, com base no qual deverão ser efetuados os seguintes serviços de manutenção:

- limpeza dos drenos e valetas, com a retirada de toda a vegetação existente em seu interior;
- regularização da seção, em trechos que tenham sofrido erosões e assoreamentos acentuados;
- limpeza e desobstrução dos bueiros.

5.4. Manutenção do Sistema Viário

Uma vez ao ano, após a estação chuvosa, deverá ser feita uma vistoria geral no sistema viário, fazendo-se um levantamento dos trechos que eventualmente necessitem de reparos. Com base no levantamento efetuado, deverão ser efetuados os serviços de manutenção, onde deverão constar:

- capina das faixas de acostamento;
- raspagem do leito, de forma a eliminar ondulações e buracos existentes;
- lançamento de laterita / cascalho nos trechos em que se julgue necessário;
- recuperação de aterros;
- manutenção das valetas de proteção;
- manutenção e reparos de estruturas (pontilhões, bueiros, etc.);
- recuperação e/ou complementação de sinalização.