



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 1 – RELATÓRIO DO PROJETO
Tomo 2 – Texto Descritivo

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 1 – RELATÓRIO DO PROJETO
Tomo 2 – Texto Descritivo**

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, 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 esta 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 1 – Relatório do Projeto, Tomo 2 – Texto Descritivo.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	i
SIGLAS E ABREVIATURAS	iv
1. INTRODUÇÃO	1
2. DESCRIÇÃO DO NOVO SISTEMA DE CONDUÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA DO PERÍMETRO GORUTUBA	3
2.1. Vazão Unitária Parcelar	3
2.2. Área Agrícola	3
2.3. Sistema Hidráulico	4
2.3.1. Tomada d'Água da Barragem	5
2.3.2. Estrutura da Tomada d'Água do Canal Principal CP01	5
2.3.3. Canal Principal CP01	6
2.3.4. Redes de Tubulação	7
2.3.4.1. Tipos de Tubos	8
2.3.4.2. Dimensionamento Hidráulico	10
2.3.5. Tomada d'Água no Canal Principal CP01 para a Tubulação Principal TP01 – Transição do Canal CP01 para a Tubulação TP01	12
2.3.6. Tomadas d'Água no Canal Principal para Tubulações Secundárias	13
2.3.7. Tomadas d'Água nas Tubulações Principal/Secundárias/ Terciárias/ Quaternárias	14
2.3.8. Descargas das Tubulações	15
2.3.9. Válvulas de Controle e Bloqueio	16
2.3.10. Tomadas de Água para as Parcelas	16
2.3.11. Ventosas	17
2.3.12. Derivação de Água para o Perímetro Lagoa Grande e Transposição sobre o Rio Gorutuba	18
2.3.13. Travessias sob a Linha Férrea e a Rodovia	19
2.3.14. Ancoragens	21
3. SISTEMA DE MONITORAMENTO E AUTOMAÇÃO	22
3.1. Unidades Terminais Remotas	23
3.2. Centro de Controle Operacional	25
3.3. Sistema de Comunicação entre as UTR e o CCO	27
3.4. Sistema Elétrico	28
3.4.1. Normas	29

3.4.2. Alimentação.....	29
3.4.3. Dimensionamento Mecânico	32
3.2.4. Sistema de Proteção e Seccionamento da Rede Aérea.....	33
3.4.5. Aterramento.....	34
3.4.6. Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas.....	34
 4. MEIO AMBIENTE	 37
 4.1. Principais Intervenções Ambientais e Medidas de Mitigação	 38
4.1.1. Canteiro de Obras	38
4.1.2. Execução de Obra em Áreas de Preservação Permanente	40
4.1.3. Escavação para Assentamento das Adutoras.....	41
4.1.4. Assentamento das Adutoras	42
4.1.5. Obra de Travessia de Adutora Sobre o Rio Gorutuba.....	42
4.1.6. Destinação dos Canais Desativados.....	43
 4.2. Licenciamento da Implantação do Novo Sistema de Condução e Distribuição de Água	 45
 5. OPERAÇÃO DO NOVO SISTEMA HIDRÁULICO DO PERÍMETRO GORUTUBA	 46
 5.1. Operação do Sistema.....	 47
 5.2. Monitoramento	 48
 5.3. Acidentes na Rede Hidráulica	 49
 5.4. Segurança.....	 49
 ANEXOS	 50
 <i>Anexo 1 - Relação dos Usuários do Perímetro de Irrigação Gorutuba</i>	

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
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
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
ETE	Estação de tratamento de esgoto
Fc	Fator de coincidência
FCEI	Formulário de caracterização do empreendimento integrado
FOBI	Formulário de orientação básica integrado
LI	Licença de Implantação
LO	Licença de Operação
LOC	Licença de Operação Corretiva
LP	Licença Prévia
PGO	Perímetro de Irrigação Gorutuba
PLG	Perímetro de Irrigação Lagoa Grande
PRFV	Poliéster reforçado com fibra de vidro
PVC	Policloreto de polivinila

QEP	Quadro de equalização de potencial
RDR	Rede de distribuição aérea rural
RPVC	Policloreto de polivinila reforçado.
SDSC	Sistema digital de supervisão e controle
SEMAD	Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Minas Gerais
SPDA	Sistema de proteção contra descargas atmosféricas
SISEMA	Sistema Estadual de Meio Ambiente de Minas Gerais
SUPRAM NM	Superintendência Regional de Regularização Ambiental do Norte de Minas
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 1 – Relatório do Projeto, Tomo 2 – Texto Descritivo.

.

2. NOVO SISTEMA DE CONDUÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA DO PERÍMETRO GORUTUBA

A concepção do novo sistema de condução e distribuição de água do Perímetro Gorutuba consiste na substituição de parte do Canal Principal CP01 e de toda a rede de canais secundários, terciários, quaternários e quindenários por tubulação pressurizada gravitacionalmente, aproveitando a carga hidráulica disponível. As características do novo sistema de condução e distribuição de água estão descritas em continuação.

2.1. Vazão Unitária Parcelar

A vazão unitária parcelar adotada na readequação do sistema de distribuição de água do Perímetro de Irrigação Gorutuba foi objeto de análise por ocasião da avaliação da situação atual do perímetro. A análise realizada demonstrou que a vazão unitária parcelar pode ser reduzida dos atuais $1,38 \text{ L s}^{-1} \text{ ha}^{-1}$ para $1,0 \text{ L s}^{-1} \text{ ha}^{-1}$, sendo que esta dotação respeita a outorga concedida pela ANA.

2.2. Área Agrícola

A área agrícola do Perímetro Gorutuba é de 9.050 ha. Deste total, 4.873 são, atualmente, irrigados. A melhoria da eficiência, tanto na condução e distribuição de água, como na irrigação parcelar (que embasou a redução da vazão unitária) diminuirá o consumo de água no perímetro e a água proveniente dessa redução será utilizada para expansão de área irrigada.

Com a adequação do sistema hidráulico e de acordo com a alternativa aprovada pela CODEVASF, a área irrigável do PGO terá um aumento de 765 ha, passando para 5.638 ha. A área restante de 3.413 ha continuará a ser destinada à exploração de sequeiro.

Por outro lado, conforme previsto nos Termos de Referência, o Perímetro de Irrigação Lagoa Grande, que possui 53 lotes e área irrigada prevista de 1.600 ha,

passará a ser abastecido por meio da tubulação secundária TS103. Portanto, a área a ser atendida pelo novo sistema de distribuição de água atinge um total de 7.238 ha (Anexo 1).

São, também, usuários do sistema a Unidade de Piscicultura da CODEVASF ($6,0 \text{ L s}^{-1}$) e a Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA ($9,0 \text{ L s}^{-1}$), que fornece água para a Colonização III. Estes usuários derivam água diretamente do canal CP01.

2.3. Sistema Hidráulico

O novo sistema hidráulico do Perímetro Gorutuba será constituído dos seguintes componentes:

- Tomada d'água da barragem;
- Estrutura da tomada d'água do canal CP01;
- Canal principal CP01;
- Redes de tubulação;
- Tomada d'água no canal principal CP01 para a tubulação principal TP01;
- Tomadas d'água no canal principal para tubulações secundárias;
- Tomadas d'água nas tubulações principal/secundárias/terciárias/quaternárias;
- Descargas das tubulações;
- Válvulas de controle e bloqueio;
- Tomadas de água para as parcelas;
- Ventosas;
- Derivação de água para o Perímetro Lagoa Grande e transposição sobre o Rio Gorutuba;
- Travessias sob a linha férrea e a Rodovia;
- Ancoragens.

2.3.1. 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.

2.3.2. 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. Por esta razão, está prevista a sua recuperação.

2.3.3. 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.

O canal CP01 é a principal artéria de condução e distribuição d'água do PGO. Está localizado na margem direita do Rio Gorutuba, iniciando-se na estrutura da tomada d'água que serve de transição entre a adução d'água da Barragem Bico da Pedra para o mesmo.

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.

Verificou-se, em visita de campo da equipe técnica da FAHMA, juntamente com as equipes da CODEVASF e DIG, que o Canal Principal CP01 encontra-se bastante degradado em toda sua extensão devido a, dentre outras, deterioração das juntas de dilatação, rachaduras e desgaste da superfície das placas de revestimento com acentuada porosidade. Também, mediante análise do perfil topográfico do canal, verificou-se que o seu fundo encontra-se bastante irregular com pontos de elevação e de depressão, que, certamente, estão interferindo no seu desempenho hidráulico.

Por esta razão, o canal CP01 deverá passar por uma completa recuperação em toda sua extensão, de modo que possa cumprir plenamente as suas funções no novo sistema readequado.

2.3.4. Redes de Tubulação

Conforme recomendado nos Termos de Referência (TDR) e confirmado nos estudos de alternativas, 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 e o layout readequado está apresentado no Volume 4 - Desenhos.

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 2.1).

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

Para evitar a eventual presença de ar nas tubulações, sempre que possível, elas foram projetadas sempre com declividade descendente e nas reduções de diâmetros serão utilizadas reduções excêntricas as quais mantêm alinhadas as geratrizes superiores das tubulações, impedindo, dessa forma, a formação de bolsa de ar.

2.3.4.1 Tipos de Tubos

Ficou demonstrado nos estudos de alternativas que os tubos de PRFV (poliéster / plástico reforçado com fibra de vidro) e RPVC (policloreto de polivinila reforçado)

Quadro 2.1. 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

são os que apresentam menores preços. Por esta razão foi recomendada a adoção destes dois tipos de tubo, cujas características são descritas a seguir:

PRFV – Polyester (plástico) reforçado com fibra de vidro

É um material composto de matriz polimérica, construído pela combinação de vários materiais, sendo os principais elementos as resinas poliméricas e os reforços de fibras de vidros. O material resultante é altamente resistente, possui excelentes propriedades mecânicas, químicas e é de baixa densidade. Permite

a confecção de peças de diversos diâmetros e resistências. São fabricados com ponta e bolsa, com junta elástica ou flangeados.

RPVC – Policloreto de polivinila reforçado

Os tubos de policloreto de polivinila reforçado são compostos por núcleo de policloreto de polivinila (PVC) reforçados externamente com fibras de vidro e resina de poliéster. Sua conexão é feita por meio de junta elástica ponta e bolsa com anel de borracha tipo labial. Normalmente são fabricadas até o diâmetro de 500 mm e abrangem várias classes de pressões.

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

2.3.4.2. Dimensionamento Hidráulico

Para dimensionamento das tubulações que compõem o novo sistema de distribuição de água, foram observados os seguintes critérios:

- Fator de coincidência - Foram adotados os mesmo valores utilizados no projeto básico existente, para o fator de coincidência:
 - Trecho que abastecem até 30 lotes – $F_c = 1$
 - Trechos que abastecem entre 31 a 50 lotes – $F_c = 0,95$
 - Trechos que abastecem entre 51 a 80 lotes – $F_c = 0,90$
 - Trechos que abastecem mais de 80 lotes – $F_c = 0,85$
- A velocidade máxima da água nas tubulações: $2,0 \text{ ms}^{-1}$.
- A velocidade mínima da água nas tubulações: $1,0 \text{ ms}^{-1}$.
- Diâmetro mínimo das tubulações: 100 mm.
- Pressão mínima na tomada para os lotes: 2,0 mca.

O dimensionamento das tubulações e cálculo das respectivas perdas de carga foram realizados com utilização da fórmula de Hazen-Williams¹ cuja expressão é:

$$H_f = 10,643 D^{-4,87} (Q/C)^{1,852}$$

Onde:

H_f = perda de carga unitária ($m \cdot m^{-1}$)

D = Diâmetro da tubulação (m)

Q = vazão ($m^3 s^{-1}$)

C = Coeficiente que depende da natureza da parede interna do tubo (adimensional)

Para todos os tipos de tubos considerados no presente estudo adotou-se $C = 140$

As perdas de cargas localizadas, ocasionadas por curvas, tês, válvulas, reduções, grades de limpeza e outras, foram calculadas pela equação:

$$H_c = K_c V^2 (2g)^{-1}$$

Sendo:

H_c = perda de carga localizada (m)

K_c = coeficiente do elemento causadas da perda (adimensional)

V = velocidade média da água (ms^{-1})

g = aceleração da gravidade (ms^{-2})

Os valores do coeficiente K_c utilizados nos cálculos foram os seguintes²:

Curva de 90°	0,40
Curva de 45°	0,20
Curva de 22,5°	0,10
Entrada em tubulação com grade	0,50
Redução gradual	0,15

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

²Azevedo Neto, J. M.; Vilela, S. M. **Manual de hidráulica**. São Paulo: Ed. Edgard Bucher, 1969

Registro aberto	0,20
Tê passagem direta	0,60
Tê saída de lado	1,30
Te saída bilateral	1,80

Para realizar o dimensionamento, cada rede de tubulação é dividida em trechos limitados por nós. Cada nó representa uma derivação de água para um ou mais lotes (Desenho do Layout Hidráulico do Volume 4).

Os nós são numerados de jusante para montante, inclusive nos ramais. O último trecho é limitado pelo último nó e seu ponto de conexão com o canal CP01 ou com a tubulação TP01.

Os cálculos foram realizados com o auxílio de uma planilha eletrônica. Os resultados estão apresentados no Tomo 3 – Memorial de Cálculo, Volume 1. Ressalta-se que as pressões disponíveis nas tomadas parcelares estão na coluna “Pressão a Jusante”.

Observa-se que, em alguns casos, a velocidade da água na tubulação é inferior a $1,0 \text{ ms}^{-1}$, valor mínimo recomendado. As razões para estes casos são: adoção do diâmetro mínimo de 100 mm ou aumento do diâmetro para se conseguir a pressão mínima na tomada dos lotes de 2,0 mca.

Também, em certos casos, a pressão na tomada do lote não atingiu o valor mínimo recomendado de 2,0 mca. Isto ocorre porque, mesmo aumentando o diâmetro da tubulação, o desnível geométrico não é suficiente para proporcionar a pressão mínima.

2.3.5. 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 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 mm 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 do fundo do canal principal, para evitar que materiais nele depositados 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.

O desenho desta tomada é o de número EST 001 (Volume 4 - Estruturas).

2.3.6. 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 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.

Os desenhos destas tomadas são os de números EST 002 e 003 (Volume 4 - Estruturas).

2.3.7. 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 da qual parte o ramal muda de direção formando um ângulo. Os desenhos dessas tomadas são os de números EST 004 fls. 1/2 e 2/2 (Volume 4 - Estruturas).

2.3.8. 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 que deverá lançar a água a ser descarregada num poço de infiltração, 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 que deverá lançar a água a ser descarregada num poço de infiltração, dreno natural, ou talvegue.

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

Os desenhos das caixas de descarga são os de números EST 005 fls. 1/3 a 3/3 (Volume 4 - Estruturas).

2.3.9. Válvulas de Controle e Bloqueio

Ao longo das tubulações foi prevista 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. Serão abrigadas em caixas de concreto armado com tampa de aço.

As 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.

O desenho das válvulas de controle e bloqueio é o de número EST 006 (Volume 4 - Estruturas).

2.3.10. Tomadas de Água para as Parcelas

Para abastecimento de água das parcelas, foi projetada 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 definição dos diâmetros das tomadas de água parcelares baseou-se na geração de baixa perda de carga, uma vez que há pontos ao longo das tubulações com pressão disponíveis abaixo de 2,0 mca. Assim, a vazão máxima admissível por diâmetro foi escolhida considerando-se a velocidade de escoamento próximo a $1,0 \text{ ms}^{-1}$, sendo $0,95 \text{ ms}^{-1}$ para diâmetros de 75 a 100 mm, subindo gradativamente até $1,35 \text{ ms}^{-1}$ para diâmetros de 350 mm.

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.

O desenho das tomadas para as parcelas é o de número EST 007 (Volume 4 - Estruturas).

2.3.11. 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 tríplex 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 a tubulação for de grande diâmetro e houver risco de ocorrer sub-pressão, será instalada ventosa tríplex função. Se a tubulação for de pequeno diâmetro, será instalada ventosa simples, com a finalidade principal de expurgar o ar eventualmente aprisionado.

As ventosas tríplex 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).

3.3.12. 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.

Definiu-se a localização da transposição logo à jusante do dique que eleva o nível da água para a sucção da atual estação de bombeamento do PLG sobre a plataforma em concreto existente, pelos seguintes motivos: facilidade de acesso, menor extensão de travessia, menor custo de implantação com estruturas de apoio de pequeno porte, ausência de cortes nas matas ciliares, pouco movimento de terra e local desimpedido para acesso de maquinário. A localização destas estruturas está indicada no desenho EST 009 fl. 1/2 (Volume 4 – Estruturas).

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 tríplex função faz-se necessária 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.

Estas estruturas estão apresentadas no desenho número EST 009 fl. 2/2 (Volume 4 - Estruturas).

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.

4.3.13. 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 no 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.

2.3.14. 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.

Os diversos blocos de ancoragem projetados para serem utilizados nas redes de tubulação estão apresentados no desenho EST 010 (Volume 4 – Estruturas).

3. 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

O esquema geral do sistema de monitoramento e automação pode ser visualizado nos desenhos AUT 001 e 002 (Volume 4).

3.1. Unidades Terminais Remotas

Unidades Terminais Remotas (UTR) serão instaladas nos diversos pontos onde se deseja realizar o controle e monitoramento. Têm 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 3.1.

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. O desenho AUT 003 (Volume 4) mostra detalhes de instalação dos sensores de vazão a serem monitorados pelas UTR.

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.

O objetivo é garantir a integridade do sistema através de medidas simples como a alerta e o desconforto causados pelas sirenes e sinalizadores luminosos, a possível identificação dos vândalos e o acionamento da polícia com segurança.

O sistema de CFTV, disposto ao longo do canal de irrigação e ao longo da rede elétrica que margeará o canal, permitirá a visualização em tempo real, (inclusive no período noturno, dada a grande sensibilidade das câmeras), de forma a permitir o acionamento imediato da polícia militar no caso de vandalismo. Para aumentar a dissuasão com relação a atos vândalos, ou no caso de tentativa de roubo de algum equipamento, a sirene, cuja corneta de alarme terá a potência

Quadro 3.1. Relação das Unidades Terminais Remotas a serem instaladas

UTR	LOCALIZAÇÃO	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

sonora de 118/110 decibéis, poderá ser acionada do Centro de Controle Operacional (CCO).

Os dados captados pelo CFTV serão armazenados no CCO. O sistema de armazenamento terá a capacidade de 360 horas, com possibilidade de backup em mídia. Passadas as 360 horas, os arquivos serão apagados e novas imagens gravadas.

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. 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, segurança e integridade através da visualização das imagens captadas pelo CFTV. Tais ferramentas melhoram a eficiência do sistema ao agilizar manutenções, garantir a vazão conforme o consumo real e reduzir as perdas. Todos os dados captados, incluindo imagens e vídeos serão armazenados em servidores para posterior consulta. O supervisório permitirá, ainda, a criação de

gráficos e emissão de relatórios para consulta posterior. Outra funcionalidade incorporada à solução é a possibilidade de visualização do supervisório via WEB.

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.

As atividades para ampliação e melhorias da unidade poderão ser realizadas com o sistema existente em operação, portanto cada atividade deve ser estudada e executada de forma a representar o mínimo impacto na operação do sistema.

O CCO será implantado numa sala específica na sede administrativa do Distrito de Irrigação do Perímetro Gorutuba. 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 Eclipse. O SDSC será composto por dois servidores de dados e telas em modo hot standby-by 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.

No sistema hot-stand-by, dois servidores operam em paralelo e simultaneamente, de forma que, caso algum servidor apresente problema, o outro assume imediatamente as funções, sem que haja paralisação no sistema de supervisão.

O CCO contará, também, com um Controlador Lógico Programável (CLP) que terá a finalidade de comandar, controlar e adquirir dados do processo e, após processá-los enviarão os sinais de comando e controle para os elementos finais. Também colocarão à disposição ou enviarão os dados necessários ao Sistema Digital de Controle e Supervisão (SDCS).

O sistema terá três modos de operação: “LOCAL”, “REMOTO” e “MANUTENÇÃO”, selecionáveis via chave seletora de 3 posições.

No modo “LOCAL” o comando do equipamento será transferido do CCO para o campo através do painel de comando local do equipamento. Neste caso, o equipamento será comandado via painel de comando local sem a participação da lógica do Controlador Lógico Programável (CLP). O modo “LOCAL” deverá ser utilizado somente em caso de testes e operação degradada do sistema (defeito/manutenção do CLP ou falha de comunicação), visto que os intertravamentos com outros equipamentos e dados do processo não atuarão na lógica do equipamento. No modo de operação “LOCAL” o funcionamento e a operação do equipamento deverão ser acompanhados pelo operador de campo.

No modo “REMOTO” todos os dados do processo serão processados pelo CLP. Neste modo de operação todos os intertravamentos do processo prevalecem para as condições de operação de cada equipamento, sendo executados pelo CLP as sinalizações, permissões para funcionamento, medições de processo e alarmes. Os ajustes e comandos no modo de operação “REMOTO” serão feitos via servidor por técnico do DIG capacitado para tal. O sistema funcionará na totalidade do tempo neste modo, dele saindo somente em caso de sério defeito.

No modo “MANUTENÇÃO” nenhum comando poderá ser realizado no equipamento, seja ele, no painel LOCAL ou via CLP. A chave seletora de 3 posições, quando na posição “MANUTENÇÃO” sobrepõe qualquer comando do CLP ou do painel LOCAL, e deverá ser instalada em campo.

3.3. 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 deverá ser capaz de prestar suporte para o tráfego das seguintes redes:

- Rede Profibus DP principal;
- Rede Profibus DP redundante;
- Rede de monitoramento do CFTV;
- Rede de dados;
- Reserva.

Totalizando 10 fibras necessárias, mais 2 reservas.

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.

Os desenhos AUT 004 e 005 (Volume 4) apresentam as arquiteturas de rede e do CFTV do sistema de monitoramento e automação.

3.4. 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 câmeras de TV, em pontos chave ao longo da rede hidráulica, conforme se descreve em continuação

3.4.1. Normas

Toda a concepção foi elaborada em estrita consonância com as seguintes normas:

- ABNT - Norma de Instalações Elétricas de Baixa Tensão - NBR 5410;
- ABNT – Norma de Proteção contra Descargas Atmosféricas – NBR 5419;
- ABNT – Norma de Iluminância de Interiores – NBR 5413;
- ISA 5.2 – Norma de Instrumentação;
- CEMIG - Normas de Distribuição ND 2.2 ;
- CEMIG – Normas de Distribuição ND 3.1;
- CEMIG – Normas de Distribuição ND 3.2 ;
- CEMIG – Normas de Distribuição ND 3.

3.4.2. Alimentação

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.

No cálculo da queda de tensão é utilizado o cabo de 4 AWG, menor bitola permitida para RDR, e o de menor custo, com queda de tensão unitária de 4,23V/A. km a um fator de potência 0,95. O perímetro irrigado onde serão instaladas as UTR é de até 13,6 Km. Ao longo do perímetro serão instaladas 8 válvulas motorizadas de 1CV ou 0,75 kW /1,01 kVA e cada UTR terá demanda unitária 800 VA. A demanda total é 12.880 VA ou 0,01288 MVA.

Considerando o tronco do alimentador no centro de carga, ou seja, a 6,8 km do final do trecho e com uma carga acumulada de 0,0024 MVA, a queda de tensão total no trecho é de 0,18%, valor muito menor que o máximo permitido. A maior queda de tensão é obtida com a alimentação no final do perímetro, ou seja, a 13,6 km do final do trecho e com uma carga acumulada de 0,01288 MVA, a queda de tensão total no trecho é de 0,74%, também menor que o máximo permitido. Não será considerada assim, a instalação de equipamento de regulação de tensão. Tendo em vista a queda de tensão calculada, pode-se verificar que a rede aérea pode atender a distâncias muito maiores que os 13,6 km inicialmente considerados.

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, assim como, também, o de menor custo.

O sistema final é apresentado de forma esquemática na Figura 3.1.

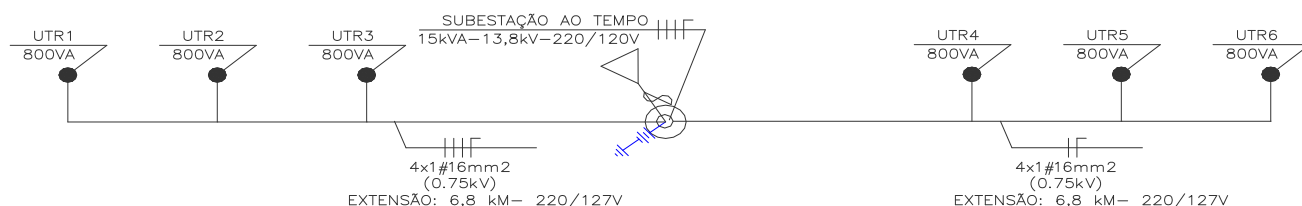


Figura 3.1. Esquema da alimentação do sistema elétrico.

É importante lembrar que a opção pela rede aérea leva em consideração três fatores fundamentais para o sucesso do empreendimento, quais sejam:

1. Segurança no fornecimento da energia necessária à alimentação estável da instrumentação,
2. Confiabilidade no fornecimento, pois, por se tratar de energia em rede de distribuição, não há roubo nem vandalismo associado a estes tipos de rede, o que preserva o investimento indefinidamente,
3. O posteamento utilizado para a energia, será também utilizado para a instalação das fibras óticas, cabos sem nenhum valor comercial, por isso não sujeitos a vandalismo, porém o melhor e mais rápido meio de transmissão e dados conhecido.

3.4.3. Dimensionamento Mecânico

A RDR das UTR é classificada como média, dimensionada para regiões com ventos de velocidade igual a 100 kmh^{-1} a uma temperatura de 15°C ou temperatura mínima de -5°C , sem vento (segundo considerações CEMIG para esta região do Estado).

As estruturas utilizadas em todo o perímetro serão do tipo N e TE utilizando os critérios da tabela 14 da ND 3.2 para sistema trifásico 13.800 V e Gráfico de Utilização de Estrutura Desenho II CAA4. As diversas estruturas N1 (um estai), N3-N3 ou N4 (dois estais), TE (três estais) são definidos com os ângulos do local de instalação do poste e com o auxílio da planta planimétrica. O vão máximo para as estruturas sem estais laterais é normalmente limitado pela resistência do poste ou do solo, que para locais classificadas como média deve ser 125 metros. E para as estruturas com estais laterais é limitado pelo balanço dos condutores e pela resistência do pino de cruzeta ou topo, que para locais classificados como média, deve ser de 300 metros.

O poste para a instalação do transformador trifásico, para instalação das UTR e da chave seccionadora será o duplo T de 11 metros e 300 da N e os cantrapostes serão duplo T de 9 metros e 150 da N., por serem as estruturas que acordam com as normas CEMIG e as que apresentam o menor custo de implantação. A profundidade do engastamento das estruturas em função do comprimento do poste será do tipo simples, sendo de 1,5 metros para os postes de 9 metros e 1,7 metros para o poste de 11 metros (desenho AUT 006 – Volume 4).

A rede será locada ao norte em relação à PRO. Por ser uma região classificada como média, e adotando um vão de 125 metros, o número aproximado de postes serão de 110 postes duplo T de 9 metros/150 da N e 8 postes duplo T de 11 metros/300 da N. O comprimento máximo de ancoragem das estruturas é de 1,5 km em 1,5 km e nas últimas estruturas do ramal.

3.2.4. Sistema de Proteção e Seccionamento da Rede Aérea

Apesar de a proteção ser a cargo da CEMIG, são apresentados os equipamentos que entrarão no custo da obra.

Os alimentadores serão protegidos na saída da subestação por disjuntores ou religadores. A escolha de um ou outro depende exclusivamente da corrente de curto circuito e características da corrente de carga. São recomendados religadores para um nível de curto circuito menor que 6.000 A e para uma filosofia de proteção tipo coordenada. Os religadores usados são do tipo 6H, R, W, KF, KFE e ES105 para 13,8 kVA.

Uma vez definido o projeto de proteção, o seccionamento deve ser uma complementação dos recursos operativos básicos. Será utilizada uma seccionadora para sistemas trifásicos do tipo GN3 ou GN3-E, sendo o último eletrônico. Dispositivos para sensibilização quando há desequilíbrio de fases ou falta fase-terra só são disponíveis nas seccionadoras GN3-E. Por isto é recomendável que sejam instalados preferencialmente seccionadoras GN3-E no circuito de distribuição.

O transformador é protegido do lado de alta tensão através de chave fusível. O conjunto chave fusível e elo fusível formam um dispositivo de proteção instalado por fase em sistemas de distribuição com a finalidade de interrupção do circuito em condições de sobrecorrente. A proteção deve ser tal que isole o transformador defeituoso, afetando poucos consumidores e não cause repercussão na rede primária. Para um transformador trifásico com capacidade menor que 45 kVA, que é o presente caso, a corrente nominal da chave será de 100 A com capacidade de interrupção de 2 kA tipo transformador.

O elo fusível protege o transformador contra faltas no secundário e faltas internas no transformador. Para um transformador de 15 kVA o elo fusível adotado é de 1

H. O elo fusível não protege o transformador para sobrecarga no trafo na faixa de até 120% da potência nominal.

A proteção do secundário será por um disjuntor de baixa tensão com corrente nominal de 50A.

3.4.5. Aterramento

O aterramento será instalado em postes alternados, independente de ser estruturas estaiadas, em uma estrutura sim e outra não. E o valor do aterramento deverá ter um valor de resistência entre 50 e 100 Ohms.

A posição da malha de aterramento poderá ser alterada em relação à rede, desde que seja mantida a mesma configuração. Os pára-raios, as carcaças e ferragens dos equipamentos de distribuição deverão ser aterradas através de hastes de terra conectadas ao neutro da rede por cabos de aço MR 6,4 sem emendas.

O condutor neutro deverá ser aterrado aproximadamente de 250 em 250 m e deve ser interligado à malha de terra da subestação sem ser interrompido.

3.4.6. Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas

Os sistemas de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA) propostos são do tipo Gaiola de Faraday, com condutores de descidas aparentes em aço galvanizado 50mm² (subsistema de descida) e interligados aos cabos de captação cobre nu 50mm² da malha de aterramento (subsistema de aterramento) – desenho AUT 007 (Volume 4) .

A malha de aterramento do SPDA proposto envolve o perímetro da edificação do DIG sendo de absoluta necessidade e visa salvaguardar os equipamentos da sala de supervisão, garantindo baixa impedância de aterramento (menor que 3 Ohms).

As malhas de aterramento são compostas de cabos de cobre nu # 50mm² e hastes de aterramento em aço tipo cantoneira 25x25x5mm, comprimento 2400 mm interligadas através de conectores presentes no corpo da própria haste, quando em poço de inspeção.

O sistema de distribuição de equalização de terra para o interior da edificação do DIG será através da instalação de Quadros de Equalização de Potencial (QEP), dotados de barramento de cobre com terminais de pressão acondicionados em caixa com tampa, interligados à malha de aterramento geral projetada e às estruturas metálicas citadas através de trechos de cabos de cobre nu adequados.

Para o sistema de SPDA, Aterramento e Equalização de Potencial de Terra para as edificações e áreas e demais unidades do sistema em projeto devem ser providenciadas as ações conforme discriminadas:

- Instalar subsistema de captação em cabo de aço galvanizado #50mm² (Gaiola de Faraday) nas periferias e sentidos transversais das lajes de cobertura das edificações, fixados através de suportes/braçadeiras adequadas conforme indicadas em projeto;
- Interligar estruturas metálicas ao cabo de captação existente e/ou proposto nos níveis das coberturas, como bases e mastros de antenas, escadas de acesso, corrimãos, guardas corpos, utilizando trechos de cabo de cobre nu #16mm², terminais e conectores de pressão;
- Instalar, ao longo das fachadas que compõem o perímetro das edificações, condutores de descidas aparentes em cabo de aço galvanizado #50mm² tubulados nas bases com uma peça de eletroduto em PVC 2" x 2,5 m e interligá-los à malha de aterramento e captação opostos através de conectores presentes no corpo da própria haste quando em poço de inspeção;

- Interligar os condutores de descidas propostos, à malha de aterramento através de conectores de pressão adequados nos poços de inspeção conforme indicado em projeto;
- Instalar malha de aterramento tipo perimétrica envolvendo a fachada acessível da edificação utilizando cabo de cobre nu $\#50\text{mm}^2$ enterrado no solo a 50 cm de profundidade e hastes de aterramento em aço tipo cantoneira 25x25x5mm, comprimento 2400mm, sendo uma para cada condutor de descida proposto, interligadas através de conectores presentes no corpo da própria haste quando em poço de inspeção;
- Instalar, na malha de aterramento proposta, poços de inspeção em PVC 30x 30cm com tampa metálica conforme indicado no projeto;
- Interligar à malha de aterramento projetada diversas estruturas metálicas existentes próximas tais como bases de sustentação, pilares, guarda-corpos e sistemas de aterramento tais como de telefonia, motores, quadros e painéis de energia através de trechos de cabos de cobre nu $\#16\text{mm}^2$, utilizando soldas exotérmicas, conectores e terminais de pressão adequados;
- Instalar um Quadro de Equalização de Potencial (QEP) em cada edificação e interliga - lo à malha de aterramento geral proposta através de cabo de cobre nu $\#50\text{mm}^2$ conforme indicado no projeto;
- Instalar conjunto de módulos protetores para a entrada de energia - Quadros de distribuição de circuitos - fases e neutro e módulo protetor para cabo de sinal de cada sensor ativo - conversores de instrumentação – alimentação e loop de corrente de 4 ~ 20ma, acondicionados em caixas de sobrepor com tampa metálica.

4. MEIO AMBIENTE

De acordo com a definição do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) 001/86 (CONAMA, 1992), impacto ambiental é qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:

- A saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- As atividades sociais e econômicas;
- A biota;
- As condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; e
- A qualidade dos recursos ambientais.

Vale ressaltar que tal conceito abrange apenas os efeitos da ação antrópica sobre o meio ambiente, desconsiderando qualquer efeito oriundo de fenômenos naturais.

O Perímetro de Irrigação Gorutuba (PGO) foi implantado no período 1974 / 1978 e, para se adequar à legislação ambiental atual, a CODEVASF está providenciando, junto ao Sistema Estadual de Meio Ambiente de Minas Gerais (SISEMA), a obtenção da Licença de Operação Corretiva (LOC), sendo que o processo pertinente encontra-se em análise na Superintendência Regional de Regularização Ambiental do Norte de Minas (SUPRAM NM), em Montes Claros. Espera-se que, com a obtenção da LOC, fiquem equacionados todos os aspectos ambientais do PGO na situação atual.

A implantação do novo sistema de condução e distribuição de água do perímetro provocará novas intervenções no meio ambiente e, por esta razão, será necessária a obtenção do respectivo licenciamento ambiental. Os principais impactos ambientais que deverão ocorrer são abordados em continuação, para avaliação de eventuais efeitos negativos e recomendação de propostas que permitam a minimização dos mesmos.

4.1. Principais Intervenções Ambientais e Medidas de Mitigação

4.1.1. Canteiro de Obras

O canteiro de obras, quando da execução do projeto, deverá ser instalado na área denominada Colonização III, conforme indicação da CODEVASF.

A função do canteiro de obras é servir de abrigo e suporte aos operários e demais profissionais que se envolverão na execução das obras. Assim, os principais impasses ambientais que deverão ser considerados, decorrentes da implantação do canteiro de obras são: movimentação de pessoas e máquinas na área, causando perturbação ao meio; abastecimento de água potável; coleta e destinação dos efluentes líquidos e coleta e destinação de resíduos sólidos.

- **Movimentação Excessiva de Pessoas e Maquinários**

No que se refere à movimentação excessiva de pessoas e maquinários que ocorrerá na área da Colonização III, decorrente da instalação do canteiro, será necessário fazer com que este impacto seja menos prejudicial à população local. Para isso, sugere-se que, primeiramente, o canteiro seja implantado em uma área que já possua estrutura de estradas que facilitem o trânsito, evitando-se obras adicionais. Além desta medida, podem-se estipular horários de maior fluxo para que a população esteja preparada para recebê-lo e evitar movimento intenso de pessoas e maquinário no período noturno, em que o incômodo é maior, podendo, se for o caso, trabalhar com escala reduzida de funcionários neste período.

- **Abastecimento de Água Potável**

O canteiro de obras deverá dispor de água potável. A COPASA é a empresa responsável pelo tratamento e distribuição de água potável no município de Nova Porteirinha e abastece a Colonização III. O canteiro de obras também poderá ser suprido com água da COPASA. Se por algum motivo, não se conseguir o abastecimento por meio dela, deverá ser buscada outra fonte, com instalação dos equipamentos de tratamento necessários à produção de água potável.

- **Coleta e Destinação dos Efluentes Líquidos**

Os efluentes líquidos que serão gerados terão características de efluentes domésticos, podendo ter a mesma destinação que os efluentes dos moradores locais. Entretanto, não existe nas proximidades do local onde será implantado o canteiro uma rede de coleta para este tipo de efluente e, assim, para destinação dos mesmos, podem ser consideradas duas opções, abordadas a seguir.

A primeira opção consiste na construção de um **sistema fossa/sumidouro**, ou seja, uma fossa séptica que recebe os efluentes gerados, que, após passar por decantação da parte sólida, segue para um sumidouro que fará a parte líquida infiltrar no terreno.

A fossa, neste caso, pode ser construída de forma circular, enterrada, cujo fundo é compactado, nivelado e coberto com uma camada base de aproximadamente 5 cm de concreto simples. Sobre a base é feita uma laje de concreto armado de aproximadamente 6 cm de espessura e as paredes são construídas com blocos de concreto e revestidas de argamassa, sendo colocados tubos de entrada e saída da fossa.

O sumidouro deve ser construído, no mínimo, à 3 m de distância da fossa e em um nível um pouco mais baixo, para facilitar o escoamento por gravidade. Cava-se um vão circular e reveste-se suas paredes com blocos de concreto. No fundo, deposita-se uma camada de pedra, com a finalidade de facilitar a infiltração no solo.

O efluente gerado é lançado na fossa séptica, onde os sólidos sedimentáveis depositam-se no fundo, formando uma camada de lodo. Após a sedimentação, a parte líquida segue para o sumidouro, onde é infiltrado no solo. Periodicamente e ao final da obra, o lodo depositado na fossa deve ser removido e levado para o aterro sanitário mais próximo.

O tamanho da fossa séptica e do sumidouro depende do número de funcionários que ocuparão o canteiro de obras.

A segunda opção consiste na **coleta e transporte do efluente para uma estação de tratamento de esgoto (ETE)**. Na vizinha cidade de Janaúba, existe uma ETE, que trata o efluente gerado na cidade, onde há a coleta. Neste caso, serão construídos, junto ao canteiro de obras, tanques para onde serão levados os efluentes. Posteriormente, os efluentes recolhidos serão transportado para a ETE de Janaúba, onde passarão pelo tratamento adequado. Entretanto, a efetivação desta opção está condicionada ao ajuste prévio da COPASA, empresa responsável pelo serviço prestado no município de Janaúba.

- **Coleta e Destinação de Resíduos Sólidos**

Os resíduos sólidos que serão gerados deverão ser recolhidos e levados a uma destinação adequada. Por se tratar de uma região rural, não existe um sistema de coleta destes resíduos, proporcionado pela prefeitura de Nova Porteirinha.

No município de Janaúba, existe um aterro sanitário em funcionamento, que atende também o município de Nova Porteirinha, o qual, a princípio poderá receber o material gerado no canteiro de obras. Desta forma, os resíduos sólidos oriundos do canteiro poderão ser encaminhados àquele aterro sanitário para que seja disposto da maneira adequada.

Entretanto, para utilização do aterro sanitário de Janaúba, será necessário um ajuste prévio com a administração municipal.

4.1.2. Execução de Obra em Áreas de Preservação Permanente

O Código Florestal brasileiro, em vigor, estabelece uma Área de Preservação Permanente (APP) que deve ser respeitada às margens dos cursos d'água, sendo sua extensão, medida a partir da margem, determinada em função da largura do curso d'água em questão. O PGO é margeado por dois rios: o rio Gorutuba e seu afluente pela margem direita, o rio Mosquito.

A largura do rio Gorutuba é maior do que 10 m, por isso, a APP correspondente deve se estender por uma faixa de 50 m. Já o rio Mosquito tem largura inferior a 10 m, assim, a APP na sua margem deve abranger uma faixa de 30 m de extensão. Entretanto, esta área encontra-se, atualmente, ocupada para diversos

fins, entre eles, com canais do sistema atual de irrigação, implantado em 1974 /1978.

A implantação do novo sistema de condução de distribuição de água do PGO tem o propósito de acompanhar o sistema atual, sendo localizado subterraneamente ao lado do mesmo, ou seja, também haverá parte do novo sistema implantada nas Áreas de Preservação Permanente dos rios.

Uma vez que o projeto está em fase de adequação e obtenção de Licença de Operação Corretiva (LOC), esta questão deverá ser resolvida neste objeto, não sendo mais um impasse ambiental quando da aplicação do projeto de adequação do sistema de irrigação do PGO.

4.1.3. Escavação para Assentamento das Adutoras

O novo sistema de condução de distribuição de água do PGO visa à substituição dos canais abertos por tubulação subterrânea. Sendo assim, para instalação das adutoras, será necessário escavar o terreno, havendo, portanto, retirada de material.

Parte deste material será usada novamente para cobrir as adutoras, retornando ao seu local de origem. O restante do material deverá ser utilizado para outros fins ou levados para locais autorizados e depositado de forma adequada.

Esta sobra de escavação poderá ser utilizada para os seguintes fins:

- Preencher os sifões invertidos que serão desativados;
- Preencher o trecho do canal CP1, de seção trapezoidal, que será desativado; e
- Reforçar os diques de proteção contra enchentes existentes, que margeam os rios Gorutuba e Mosquito.

Caso algumas destas propostas não sejam efetivadas ou ainda haja sobra, o material poderá ser levado para a cava existente próxima ao PGO, decorrente de

retirada de empréstimo, ou para outro local adequado, mediante prévia autorização por quem de direito

4.1.4. Assentamento das Adutoras

Para assentar as novas adutoras subterrâneas, o fundo da vala é coberto com uma camada de areia sobre a qual serão assentadas as novas instalações. Esta areia deverá ser proveniente de local adequado, devendo, portanto, ser adquirida de empresas que estejam legalmente habilitadas para extração do material em jazidas licenciadas.

4.1.5. Obra de Travessia de Adutora Sobre o Rio Gorutuba

Está prevista no projeto a instalação de uma estrutura de derivação de água para o Perímetro Lagoa Grande conectada, em continuação, a uma estrutura de transposição sobre o rio Gorutuba.

A definição do local de transposição levou em consideração diversos aspectos, inclusive ambientais, tais como: facilidade de acesso, menor extensão de travessia, menor custo de implantação com estruturas de apoio de pequeno porte, ausência de corte das matas ciliares, pouco movimento de terra, e local desimpedido para acesso do maquinário. Desta forma, alguns impasses ambientais que geralmente ocorrem em obras ou travessias podem ser descartados nesse empreendimento.

A estrutura da travessia será do tipo aéreo constituída por tubos de ferro fundido, sendo esta tubulação apoiada em pilares de concreto armado, implantados nas margens e dentro do rio, perfurando a plataforma de concreto existente.

Como já existe uma plataforma de concreto instalada no local, este já se encontra descaracterizado. Uma vez que os pilares serão instalados sobre essa plataforma, também se podem desconsiderar impactos ambientais além dos já existentes, que deverão ser equacionados no âmbito da Licença de Operação Corretiva, em andamento.

Assim, o único impasse ambiental que deverá ser levado em conta ao se tratar da obra de travessia sobre o rio Gorutuba, é a movimentação de pessoas e maquinários na região, causando perturbação ao meio. Todavia, pouco impacto deverá ocorrer, pois o local da travessia já sofreu intervenção antrópica e já existem estradas para acesso e circulação local. Também, não será necessária nenhuma supressão vegetal.

A execução da obra terá como impacto ambiental negativo a movimentação excessiva de pessoas e maquinários na região. Este impacto já foi abordado no sub-item que diz respeito ao canteiro de obras, e, para este caso, sugere-se que sejam tomadas as mesmas medidas para a mitigação do impacto, sendo elas a estipulação de horários de maior fluxo para que a população esteja preparada para recebê-lo e evitar fluxos intensos de pessoas e maquinário no período noturno, em que o incômodo é maior, podendo, se for o caso, trabalhar com escala reduzida de funcionários neste período.

4.1.6. Destinação dos Canais Desativados

Com a implantação das adutoras subterrâneas, os canais abertos substituídos serão, conseqüentemente, desativados. Esta desativação pode ser seguida ou não da retirada destes canais.

Qualquer que seja a destinação dos canais desativados (de seção trapezoidal e acéquias), algumas medidas devem ser tomadas para se evitar impactos negativos no meio ambiente, conforme se descreve a seguir:

a) Enchimento dos sifões invertidos

Uma vez desativados, os sifões invertidos deverão ser preenchidos com terra, preferencialmente, com sobras (bota fora) da abertura das valas. Desta forma evita-se que os mesmos acumulem água das chuvas e se tornem depósitos de lixo, abrigo de animais peçonhentos e foco de vetores de doenças, como, por exemplo, o *Aedes aegypti*, mosquito transmissor da dengue.

b) Enchimento do trecho desativado do canal CP01 de seção trapezoidal

O Canal Principal CP01 será desativado a partir do km 14+040. Porém, do km 14+040 até o km 20+454, um trecho de 6.414 m, seu formato se mantém com seção trapezoidal escavado em solo natural ou aterro. Este trecho do canal, pelas razões já expostas para os sifões invertidos, também, deverá ser preenchido com terra, preferencialmente, com sobras (bota fora) da abertura das valas.

c) Manutenção das acéguas no local

Esta medida apresenta-se, a princípio, bastante econômica, pois, não tem custo significativo e não implica na geração de nenhum tipo de resíduo. Todavia, neste caso, os canais expostos podem acumular água das chuvas e se tornarem foco de vetores de doenças. Para que isto não aconteça, as acéguas deverão ser perfuradas em pontos estratégicos e não muito espaçados e as suas extremidades de jusante deverão ficar totalmente abertas, para que a água que cair sobre elas se escoe rapidamente. Vale lembrar, contudo, que esta medida implica numa frequente manutenção, de modo garantir que as perfurações e as extremidades das acéguas fiquem permanentemente livres.

d) Remoção e trituração das acéguas

Consiste na retirada e transporte das acéguas para o local de trabalho e, com a utilização de maquinário apropriado, executar a trituração das calhas, separando a ferragem. O material triturado é armazenado e, posteriormente, utilizado na manutenção de estradas.

e) Remoção das acéguas para locais apropriados

Caso a opção anterior não possa ser adotada, resta a alternativa de se retirar as acéguas e utilizá-las para outros fins, como por exemplo, contenção de taludes, ou depositá-las em locais e de maneira adequados, com a prévia autorização por quem de direito.

4.2. Licenciamento da Implantação do Novo Sistema de Condução e Distribuição de Água

Para implantação das obras do novo sistema de condução e distribuição de água do PGO deverá ser solicitada uma Licença de Implantação (LI) junto ao órgão ambiental competente, neste caso, a SUPRAM NM.

Para tal, primeiramente deverá ser preenchido o Formulário de Caracterização do Empreendimento Integrado (FCEI), quando será definida a classe na qual o empreendimento se enquadra. Tal documento pode ser obtido através do site da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Minas Gerais (SEMAD). A partir daí, o empreendedor receberá o Formulário de Orientação Básica Integrado (FOBI) onde estarão detalhados os documentos e estudos que deverão ser apresentados, assim como todos os procedimentos para obtenção de licença.

Por se tratar de um projeto já consolidado em regularização e que, quando solicitada, esta intervenção já deverá dispor da Licença de Operação Corretiva (LOC), a obtenção de Licença Prévia (LP) não se faz necessária, passando, diretamente, para obtenção de LI. Posteriormente, deverá ser obtida uma nova Licença de Operação (LO).

Vale lembrar que as proposta de mitigação de impactos negativos apresentadas no subitem 4.1, selecionadas para serem aplicadas, deverão constar dos estudos exigidos para a obtenção da LI, de forma que sejam aprovadas no âmbito do licenciamento.

5. OPERAÇÃO DO NOVO SISTEMA HIDRÁULICO DO PERÍMETRO GORUTUBA

Com a implantação do sistema de monitoramento e automação descrita no Capítulo 3, 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.

5.1. Operação do Sistema

Para início de operação do sistema hidráulico do PGO, considera-se que nenhum usuário está 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 está 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.

5.2. 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.

5.3. 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.

5.4. 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.

Anexo 1

Relação dos Usuários do Perímetro de Irrigação Gorutuba