



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 1 – Resumo – Ficha Técnica

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 1 – Resumo – Ficha Técnica**

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 1 – Resumo – Ficha Técnica.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	i
SIGLAS E ABREVIATURAS	iii
1. INTRODUÇÃO	1
2. RESUMO DO PROJETO	3
2.1. Serviços Topográficos e Geotécnicos	3
2.1.1 Serviços Topográficos	3
2.1.2 Serviços Geotécnicos	5
2.2. Novo Sistema de Condução e Distribuição de Água do Perímetro Gorutuba	7
2.2.1. Vazão Unitária Parcelar	7
2.2.2. Área Agrícola	7
2.2.3. Outros Usuários	8
2.2.4. Sistema Hidráulico	8
2.2.4.1. Tomada d'Água da Barragem	9
2.2.4.2. Canal Principal CP01	9
2.2.4.3. Redes de Tubulação	11
2.3. Sistema de Monitoramento e Automação	14
2.3.1. Unidades Terminais Remotas	15
2.3.2. Centro de Controle Operacional	17
2.3.3. Sistema de Comunicação entre as UTR e o CCO	18
2.3.4. Sistema Elétrico	18
3. FICHA TÉCNICA DO PROJETO	20

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 1 – Relatório do Projeto, Tomo 1 – Resumo – Ficha Técnica

.

2. RESUMO DO PROJETO

O trabalho realizado pela FAHMA de readequação e complementação do projeto básico existente para substituição dos canais abertos por tubulação enterrada e instalação de um sistema de monitoramento e automação do funcionamento do Perímetro de Irrigação Gorutuba (PGO) resultou no novo projeto que, de forma resumida, se descreve em continuação.

No novo projeto, considerou-se o abastecimento do Perímetro de Irrigação Lagoa Grande (PLG), por meio da adutora que substituiu a rede de canais A3.

2.1. Serviços Topográficos e Geotécnicos

Foram realizados levantamentos topográficos complementares e estudos geotécnicos para embasar a elaboração do novo projeto, conforme previsto dos Termos de Referência.

2.1.1 Serviços Topográficos

Para a readequação e complementação do projeto básico existente visando à substituição dos canais abertos por tubulação, foi necessário a realização de levantamento planialtimétrico dos canais ainda não levantados

A identificação dos canais que não tinham sido objeto de levantamento topográfico ocorreu por ocasião da *avaliação do projeto básico existente* e complementada após a *consolidação da melhor alternativa*, resultado dos estudos de alternativas realizados, contemplando os ajustes efetuados no projeto. As poligonais levantadas passaram a ser designadas com o nome da tubulação que irá substituir o canal atual.

O levantamento topográfico foi realizado obedecendo às Especificações Técnicas contidas nos TDR e à norma NBR 13.133, tendo sido os trabalhos executados com Estação Total classe 3.

Os dados obtidos no levantamento foram processados pelo software Topograph. Os desenhos foram apresentados na extensão DWG e as cadernetas em planilhas eletrônicas compatíveis com o Excel.

As poligonais levantadas somaram 79.192 m (Quadro2.1). Os levantamentos executados foram utilizados na elaboração do projeto das redes de adutoras.

Quadro 2.1. Poligonais levantadas

POLIGONAIS	COMPRIMENTO CAMPO (m)
TP01	7074
TT10101	1.777
TS102	667
TS103	2.321
TT10301	3890
TT10302	1.162
TT10303	1.358
TS104	536
TT10501	1.919
TT10502; TQ1050202	473
TT10503	580
TT10505; TQ 1050502	1.168
TS106; TT10602; TT10604; TQ1060401; TT10606	5.813
TT10701	428
TT10702	300
TT10703	369
TT10704	540
TT10705	260
TT10706	1.313
TT10707	2.421
TQ1070702; TQ107070201	1.470
TT10708	2.524
TQ1070801	2.641

(continua)

(continuação)

POLIGONAIS	COMPRIMENTO CAMPO (m)
TS108	530
TS109	301
TT10901	325
TT10902	355
TT10904	163
TS110; TT11001; TT11002; TT11003; TT11004; TT11006; TT11008	5.091
TT11101	281
TT11102	295
TT11103; TQ 1110302	440
TT11104; TQ 1110402	753
TS112	805
TS113; TT11302; TT11304; TT11306	3.204
TS114; TT11401; TT11402	5.616
TS115; TT101502; TT11702	1.366
TS116	2.120
TS117	891
TS118	5.320
TQ1180301	529
TT11801	714
TT11802	280
TT11803	923
TT11804	80
TS119	2760
TT11901	161
TT11902	1021
TT11903	253
TT11904	525
TQ1190201	318
TS120; TT12002	1.382
TS122	452
TS124	676
TS126	258
TOTAL	79.192

2.1.2 Serviços Geotécnicos

Os estudos geotécnicos foram realizados com o objetivo de subsidiar o projeto de engenharia, no que se refere aos procedimentos executivos para a implantação das tubulações enterradas.

Os serviços foram executados seguindo as Especificações Técnicas para os Serviços de Geotecnia dos TDR e de acordo com o Plano de Trabalho de Execução dos Serviços de Geotecnia, apresentado pela FAHMA e aprovado pela CODEVASF. Na execução, foram obedecidas as seguintes Normas Técnicas:

- NBR 6484 - Execução de sondagens de simples reconhecimento com SPT - Métodos de ensaio;
- NBR 8036 - Programação de sondagem de simples reconhecimentos dos solos para fundações de edifícios – Procedimento;
- NBR 9603 – Sondagem a trado;
- NBR 6502 - Rochas e solos – Terminologia;
- NBR 13441 - Rochas e solos – Simbologia;
- BOLETIM 04 – ABGE – Ensaio de permeabilidade em solos.

Foram realizados dois tipos de sondagens de campo: sondagem a trado (ST) e sondagem a percussão (SP).

As **sondagens a trado** foram realizadas segundo as recomendações da NBR 9603/1986. Os furos de sondagens foram locados no eixo do caminhamento das tubulações previstas no projeto básico - nos pontos de mudança de direção, nos pontos de derivações de redes secundárias/terciárias para redes terciárias/quaternárias e em posições intermediárias – procurando-se cobrir, de forma ampla e uniforme, toda extensão das redes de adutoras.

As **sondagens a percussão** foram executadas conforme preconizado pela NBR 6484/2001. Inicialmente, foi previsto a execução de sondagens em quatro pontos. Porém, no decorrer dos serviços, julgou-se necessário realizar sondagem a percussão em mais dois pontos. Os furos atingiram a profundidade de cerca de

5,00 m, sendo que, em dois casos, julgou-se oportuno estudar o perfil do solo numa profundidade maior.

Para execução dos trabalhos de campo, a FAHMA contratou uma empresa especializada em serviços geotécnicos. A metodologia de execução e os produtos dos serviços realizados estão apresentados no Volume 1, Tomo 4 - Anexos.

2.2. 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.

2.2.1. 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.

2.2.2. 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, passando o fornecimento de água a ser realizado por tubulação pressurizada, a área irrigável do PGO terá um aumento de 765 ha, passando para 5.638 ha. A área restante de 3.412 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 7.212 ha.

2.2.3. Outros Usuários

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

2.2.4. Sistema Hidráulico

Os principais componentes do novo sistema hidráulico do Perímetro Gorutuba são:

- Tomada d'água da barragem;
- Canal principal CP01;
- Redes de tubulação;

Complementam o sistema outras estruturas com funções específicas: estrutura da tomada d'água do canal CP01; tomadas d'água de canal para tubulação; tomadas d'água de tubulação para tubulação; descargas das tubulações; válvulas de controle e bloqueio; ventosas; derivação de água para o Perímetro Lagoa Grande e transposição sobre o Rio Gorutuba; travessias sob a linha férrea e a rodovia; ancoragens e tomadas de água para as parcelas

2.2.4.1. 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 2,20 m. 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 terciária TS10301. 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.

2.2.4.2. 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.

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.

2.2.4.3. 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 2.2).

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} .

Quadro 2.2. Rede de tubulação pressurizada

REDE	CANAL SUBSTITUÍDO	COMPRIMENTO (m)
Derivação do CP01		
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
Derivação do TP-01		
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

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 2.3

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

Quadro 2.3. 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	665
TS103	0	499	1.369	12	3.119	715	0	1.986	0	0	0	0	3.801	300	4.157	15.956
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	1.165
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

2.3. 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

2.3.1. 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 3.1.

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.

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.

Quadro 3.1. 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

2.3.2. 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.

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-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.

2.3.3. 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 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.

2.3.4. 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 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. FICHA TÉCNICA DO PROJETO

3.1. 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).

3.2. Implantação e Funcionamento

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

3.3. 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 .

3.4. 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.

3.5. Infra-estrutura de Uso Comum

3.5.1. 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

3.5.2. 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

3.5.3. Rede de Drenagem

- Drenos: 137.560 m

3.5.4. Rede Viária

- Estradas de serviços: 320.000 m

3.5.5. Diques de Proteção

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

3.4. Métodos de Irrigação

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

3.5. Co-gestão

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

3.6. 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} .