

 TBG	CAT.:	MEMORIAL DESCRIPTIVO			Nº DOC.:	MD-5000-940-TOE-005									
	ÁREA DE ATIVIDADE:	TBG – Transportadora Brasileira Gasoduto Bolívia-Brasil S.A.			FOLHA	1 de 51									
	INSTALAÇÃO	GASODUTO													
	SERVIÇO:	Engenharia de Projeto													
GENG	TÍTULO:	DESCRIÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL													
ÍNDICE DE REVISÕES															
REV.	DESCRIÇÃO E/OU FOLHAS ATINGIDAS														
0	EMISSÃO ORIGINAL														
A	Revisão para inclusão das três novas ECOMPS (Fase I); Cinco novas ECOMPS (Fase II); Duas Estações de Entrega, Porto Feliz (SP) e Campo Largo (PR); Uma EMED, REPLAN (SP).														
B	Correção dos TAGs do trecho XI e XII – Araucária – Biguaçu – Siderópolis; Correção do nome da Estação de São Pedro de Alcântara, antiga EE. São José.														
C	Correção do km dos retificadores – Correção do nome da Estação de Entrega de Urussanga (SC), GEMINI (SP) e Revisado o tipo das Estações de Entrega Rio Claro. Inclusão do endereço do sistema de back-up da CSC.														
D	Revisão Geral														
E	Revisão Geral														
F	Inclusão do anexo: Dados Gerais do Gasoduto														
G	Revisão Geral														
H	Revisados pela TBG os itens 2.1.4.2; 2.1.8.2; 6.4 e a tabela 4.6														
I	Revisão ortográfica e de numeração (figuras e tabelas). Retirado o parágrafo que fala da área provisionada para uma estação de odorização, modificado o tempo de parada normal item 4.3.2.11, item 5.4 substituído a rede da TRANSPETRO pela TAG.														
J	Revisados pela TBG o índice, o item 2.1.4 e as Tabelas 2, 4, 5, 6 e 14.														
K	Revisão Geral														
		ORIGINAL	REV. F	REV. G	REV. H	REV. I	REV. J	REV. K							
DATA		19/02/03	10/10/14	16/10/14	14/01/2016	06/09/16	14/09/16	15/06/23							
EXECUÇÃO	CRISTIANE	CRISTIANE	CSF	T. ZOZULA	CRISTIANE	S. LACERDA	GABRIEL F.B. FONSECA/ FLAVIO S.M. HENRIQUE								
VERIFICAÇÃO	ANGÉLICA	CPRO	RTCJ	R.SARMENTO	FABIO CAP	V.THIAGO	RENATA C. SARMENTO								
APROVAÇÃO	LABRUNIE	GENG	GPE	L.KRIIGER	L.KRIIGER	R.SARMENTO	MARCELO D. NUNES								

 TBG	CAT.:	MEMORIAL DESCRIPTIVO	Nº DOC.:	MD-5000-940-TOE-005	REV.:
	INSTALAÇÃO:	GASODUTO		FOLHA	2 de 51
	TÍTULO DO DOCUMENTO:	DESCRÍÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL			

ÍNDICE

1. OBJETO	4
2. DESCRIÇÃO GERAL.....	4
2.1. Componentes do Gasoduto	4
2.2. Operação e Capacidade de Transporte do Gasoduto.....	8
3. DESCRIÇÃO DAS LINHAS	11
3.1. Aspectos Gerais.....	11
3.2. Seção Corumbá - Paulínia.....	11
3.3. Seção Paulínia - Canoas	16
3.4. Seção Paulínia – Guararema	22
4. DESCRIÇÃO DAS ESTAÇÕES DE COMPRESSÃO	23
4.1. Aspectos gerais	24
4.2. Histórico de Implantação das Estações de Compressão do gasoduto Bolívia-Brasil	24
4.3. Concepção das estações de compressão	25
4.4. Operação das estações de compressão	35
5. DESCRIÇÃO DAS ESTAÇÕES DE MEDAÇÃO (EMED).....	35
5.1. Estação de Medição Mutun / Corumbá.....	35
5.2. Estação de Medição GASCAR	36
5.3. Estação de Medição GASPAJ.....	36
5.4. Estação de Medição de Guararema	37
6. DESCRIÇÃO DO PONTO DE ENTRADA GARUVA	37
7. DESCRIÇÃO DOS PONTOS DE ENTREGA (PE).....	38
7.1. Aspectos Gerais.....	38
7.2. Pontos de Entrega Tipos I a V	39

 TBG	CAT. :	MEMORIAL DESCRIPTIVO	Nº DOC.:	MD-5000-940-TOE-005	REV.:
	INSTALAÇÃO:	GASODUTO		FOLHA	3 de 51
	TÍTULO DO DOCUMENTO:	DESCRÍÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL			

7.3. Pontos de Entrega Tipo VI.....	39
7.4. Lista de Pontos de Entrega e Tipos	39
7.5. Operação dos Pontos de Entrega.....	41
8. DESCRIÇÃO DE OUTRAS ESTAÇÕES.....	41
8.1. Estação de Redução de Pressão (ERP)	41
8.2. Estação de Medição Operacional (EMOP).....	42
8.3. Área de Válvulas de Paulínia (HUB Paulínia)	42
8.4. Sistema de Cromatografia	43
9. DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE SUPERVISÃO, CONTROLE E AQUISIÇÃO DE DADOS (SCADA)	44
9.1. Aspectos Gerais	44
9.2. Instalações e Equipamentos do SCADA	46
10. DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE PROTEÇÃO CATÓDICA	47
10.1. Implantação do sistema de proteção catódica.....	47
10.2. Equipamentos e instalações do sistema de proteção catódica	47
10.3. Interferências elétricas	48
11. DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE COMUNICAÇÃO DE DADOS E VOZ	49
11.1. Comunicação de dados	49
11.2. Comunicação de voz	49
12. ANEXOS.....	49

 TBG	CAT. :	MEMORIAL DESCRIPTIVO	Nº DOC.:	MD-5000-940-TOE-005	REV.:
	INSTALAÇÃO:	GASODUTO		FOLHA	4 de 51
	TÍTULO DO DOCUMENTO:	DESCRÍÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL			

1. OBJETO

Este memorial descreve as instalações do Gasoduto Bolívia-Brasil do lado brasileiro. Estão descritos os componentes do gasoduto tais como as linhas-tronco; estações de compressão; estações de medição; Pontos de Entrega , estações de medição operacional, estações de redução de pressão, sistema de supervisão e controle (SCADA); proteção catódica e telecomunicações; a localização geográfica de seus componentes, com as instalações construídas e equipamentos implantados.

2. DESCRIÇÃO GERAL

O gasoduto Bolívia-Brasil tem 3.150km de comprimento desde os campos de produção de Rio Grande (Bolívia) até a cidade de Canoas (Brasil). Os 2593km pertencentes ao lado brasileiro atravessam os Estados de Mato Grosso do Sul, de São Paulo, do Paraná, de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul.

Estações de Compressão (ECOMP), Pontos de Entrega (PE), Estações de Mediação (EMED), Estações de Redução de Pressão (ERP), Estações de Mediação Operacional (EMOP), sistema de supervisão e controle, sistema de proteção catódica e sistema de telecomunicações são também partes integrantes do gasoduto Bolívia-Brasil.

2.1. Componentes do Gasoduto

2.1.1 Linhas

Três linhas-tronco integram o gasoduto Bolívia-Brasil:

- 2.1.1.1 “Trecho Norte”, linha-tronco desde Rio Grande até Paulínia composta de:
 - 2.1.1.1.1 Seção Rio Grande-Corumbá: linha-tronco em território boliviano, operado pela empresa Gás Transboliviano S.A., desde Rio Grande próximo à cidade de Santa Cruz de La Sierra, até Mutun, na fronteira Bolívia-Brasil junto a Corumbá-MS;
 - 2.1.1.1.2 Seção Corumbá-Paulínia: linha-tronco em território brasileiro nos Estados de Mato Grosso do Sul e de São Paulo desde Corumbá na fronteira Bolívia-Brasil, junto a Mutun até Paulínia-SP: mostrada no conjunto de desenhos de planta e perfil de diretriz, escala 1:50000, de nº DE-4600.10-6520-111-PEI-001 a 025, “Corumbá – Campinas Section, Plan & Profile”.
- 2.1.1.2 “Trecho Sul”, linha-tronco desde Paulínia até Canoas composta de:
 - 2.1.1.2.1 Seção Paulínia - Araucária: linha-tronco nos Estados de São Paulo e do Paraná mostrada no conjunto de desenhos de planta e perfil da diretriz, escala 1:50000, de nº I-DE-4600.10-6520-111-PEI-001 a 009, “Campinas – Curitiba Section, Plan & Profile”;
 - 2.1.1.2.2 Seção Araucária - Siderópolis, Subseção Araucária - Biguaçu: linha-tronco nos Estados do Paraná e de Santa Catarina, mostrada no conjunto de desenhos de planta e perfil da diretriz, escala 1:50000, de nº I-DE-4600.60-6520-111-PEI-001 a 006, “Curitiba – Criciúma Section, Plan & Profile”;

 TBG	CAT.:	MEMORIAL DESCRIPTIVO	Nº DOC.:	MD-5000-940-TOE-005	REV.:
	INSTALAÇÃO:	GASODUTO		FOLHA	5 de 51
	TÍTULO DO DOCUMENTO:	DESCRICAÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL			

- 2.1.1.2.3 Seção Araucária - Siderópolis, Subseção Biguaçu - Siderópolis: linha tronco no Estado de Santa Catarina, mostrada no conjunto de desenhos de planta e perfil da diretriz, escala 1:50000, de nº I-DE-4600.60-6520-111-PEI-007 a 009, "Criciúma – Porto Alegre Section, Plan & Profile";
- 2.1.1.2.4 Seção Siderópolis -Canoas: linha-tronco nos Estados de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul: mostrada no conjunto de desenhos de planta e perfil da diretriz, escala 1:50000, de nº I-DE-4600.80-6520-111-PEI-001 a 004, "Criciúma – Porto Alegre Section, Plan & Profile".
- 2.1.1.3 Seção Paulínia-Guararema: linha-tronco no Estado de São Paulo desde Paulínia até Guararema, mostrada no conjunto de desenhos de planta e perfil da diretriz, escala 1:50000, de nº I-DE-4600.90-6520-111-PEI-001 a 004, "Campinas – Guararema Section, Plan & Profile".

2.1.2 Estações de Compressão

Quinze (15) estações de compressão integram o gasoduto Bolívia-Brasil:

- 2.1.2.1 No Estado de Mato Grosso do Sul (MS):

Corumbá;
Miranda;
Anastácio;
Campo Grande;
Ribas do Rio Pardo;
Três Lagoas.

- 2.1.2.2 No Estado de São Paulo (SP):

Mirandópolis;
Penápolis;
Iacanga;
São Carlos;
Paulínia;
Capão Bonito.

- 2.1.2.3 No Estado do Paraná (PR):

Araucária.

- 2.1.2.4 No Estado de Santa Catarina (SC):

Biguaçu;
Siderópolis.

2.1.3 Estações de Medição (EMED)

Quatro (4) estações de medição integram o gasoduto Bolívia-Brasil:

- 2.1.3.1 Mutun/Corumbá, Bolívia-Brasil;

 TBG	CAT. :	MEMORIAL DESCRIPTIVO	Nº DOC.:	MD-5000-940-TOE-005	REV.:
	INSTALAÇÃO:	GASODUTO			FOLHA 6 de 51
	TÍTULO DO DOCUMENTO:	DESCRICAÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL			

Guararema (Brasil - SP);
 GASPAJ (Brasil - SP) (antiga EMED Jacutinga);
 GASCAR (Brasil - SP) (antiga EMED REPLAN).

2.1.4 Ponto de Entrada

Um (01) Ponto de Entrada para injeção de gás GNL no gasoduto Bolívia- Brasil:

2.1.4.1 Ponto de Entrada Garuva (Brasil – SC)

2.1.5 Pontos de Entrega (PE)

Quarenta e sete (47) Pontos de Entrega integram o gasoduto Bolívia-Brasil:

2.1.5.1 No Estado de Mato Grosso do Sul (MS):

Corumbá;
 Campo Grande;
 Três Lagoas / UTE;
 Três Lagoas / UFN.

2.1.5.2 No Estado de São Paulo (SP):

Valparaíso;
 Bilac;
 Guaiçara;
 Iacanga;
 Ibitinga;
 Boa Esperança do Sul;
 São Carlos;
 Itirapina;
 Rio Claro;
 Limeira;
 Americana;
 REPLAN;
 Jaguariúna;
 Itatiba;
 Guararema;
 Gemini;
 Sumaré;
 Campinas;
 Indaiatuba
 Itu;
 Porto Feliz;
 Araçoiaba da Serra;
 Itapetininga.

 TBG	CAT.:	MEMORIAL DESCRIPTIVO	Nº DOC.:	MD-5000-940-TOE-005	REV.:	K
	INSTALAÇÃO:	GASODUTO			FOLHA	7 de 51
	TÍTULO DO DOCUMENTO:	DESCRICAÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL				

2.1.5.3 No Estado do Paraná (PR):

Campo Largo;
Araucária (CIC);
REPAR;
Araucária UTE.

2.1.5.4 No Estado de Santa Catarina (SC):

Joinvile;
Guaramirim;
Gaspar;
Brusque;
Tijucas;
São Pedro de Alcântara;
Tubarão;
Urussanga;
Nova Veneza.

2.1.5.5 No Estado do Rio Grande do Sul (RS):

Várzea do Cedro;
Igrejinha;
Araricá;
Cachoeirinha;
UTE Canoas;
REFAP;
Canoas.

2.1.6 Estações de Redução de Pressão (ERP)

Duas (2) estações de redução de pressão integram o gasoduto Bolívia-Brasil:

2.1.6.1 No Estado de São Paulo (SP):

Paulínia (antiga ERP REPLAN).

2.1.6.2 No Estado do Paraná (PR):

Araucária, como parte da Estação de Compressão de Araucária.

2.1.7 Estações de Medição Operacional (EMOP)

Duas (2) estações de medição operacional integram o gasoduto Bolívia-Brasil:

2.1.7.1 No Estado do Mato Grosso do Sul (MS):

Corumbá.

2.1.7.2 No Estado do Rio Grande do Sul (RS):

Canoas.

 TBG	CAT. :	MEMORIAL DESCRIPTIVO	Nº DOC.:	MD-5000-940-TOE-005	REV.:
	INSTALAÇÃO:	GASODUTO		FOLHA	8 de 51
	TÍTULO DO DOCUMENTO:	DESCRICAÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL			

2.1.8 Lançadores/Recebedores de “PIG”

Quatorze (14) áreas de lançadores/recebedores de “PIG” integram o gasoduto Bolívia-Brasil:

2.1.8.1 No Estado de Mato Grosso do Sul (MS):

Corumbá, junto à fronteira Bolívia-Brasil (lançador);
Miranda, na Estação de Compressão de Miranda;
Campo Grande, na Estação de Compressão de Campo Grande;
Três Lagoas, na Estação de Compressão de Três Lagoas.

2.1.8.2 No Estado de São Paulo (SP):

Penápolis, na Estação de Compressão de Penápolis;
São Carlos, na Estação de Compressão de São Carlos;
HUB Paulínia (recebedor e lançadores para o trecho sul, Guararema e ECOMP Paulínia);
Paulínia, na Estação de Compressão de Paulínia;
Guararema, na Estação de Medição de Guararema (recebedor);
Capão Bonito, na Estação de Compressão de Capão Bonito.

2.1.8.3 No Estado do Paraná (PR):

Araucária, na Estação de Compressão de Araucária.

2.1.8.4 No Estado de Santa Catarina (SC):

Biguaçu, na Estação de Compressão de Biguaçu;
Siderópolis, na Estação de Compressão de Siderópolis.

2.1.8.5 No Estado do Rio Grande do Sul:

Canoas, na EMOP Canoas (recebedor).

2.1.9 Central de Supervisão e Controle (CSC)

2.1.9.1 No Brasil, no Rio de Janeiro-RJ, à Praia do Flamengo, 200 – 25º Andar;

2.2. Operação e Capacidade de Transporte do Gasoduto

2.2.1 Propriedades do gás natural transportado

O gás natural transportado no gasoduto Bolívia-Brasil tem as propriedades, do projeto original, descritas a seguir (tabela 1).

 TBG	CAT.:	MEMORIAL DESCRIPTIVO	Nº DOC.:	MD-5000-940-TOE-005	REV.:	K
	INSTALAÇÃO:	GASODUTO			FOLHA	9 de 51
	TÍTULO DO DOCUMENTO:	DESCRÍÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL				

Tabela 1 – Composição do Gás (projeto original)

Componente	Teor Molar (%)
Metano	91,80
Etano	5,58
Propano	0,97
i-Butano	0,03
n-Butano	0,02
Pentano e mais pesados	0,10
Nitrogênio	1,42
Dióxido de Carbono	0,08

Peso molecular: 17,367

Razão K= Cp/Cv = 1,295

Densidade = 0,63

Poder Calorífico superior = 9269,774 kcal/m³

Poder Calorífico inferior = 8364,224 kcal/m³

Temperatura de referência de fluxo e medição = 20 °C

Pressão de referência de fluxo e medição = 1 atm

Embora a ausência de corrosão seja normalmente esperada, sondas de corrosão por resistência elétrica foram instaladas em Corumbá, Paulínia, Guararema, Araucária, Biguaçu e Canoas.

2.2.2 Resumo das condições de operação

As pressões mínimas e máximas de operação de cada seção do gasoduto Bolívia-Brasil são:

Seção Corumbá-Paulínia	55 e 100 kgf/cm ² g
Seção Paulínia-Araucária	55 e 100 kgf/cm ² g
Seção Araucária-Siderópolis	45 e 75 kgf/cm ² g
Seção Siderópolis-Canoas	45 e 75 kgf/cm ² g
Seção Paulínia-Guararema	45 e 75 kgf/cm ² g

As condições de operação nas estações de compressão podem variar de acordo com as condições de fluxo e estoque no trecho. Os limites de pressão de sucção e descarga seguem os limites estabelecidos no trecho que se encontra a estação de compressão. Em todas as estações a temperatura jusante, após resfriadores (after-cooler), é limitada em 48,0 °C, com a temperatura de sucção e saída dos compressores variando de acordo com a condição de operação. Valores de referência de temperaturas são apresentadas abaixo.

Estações de Compressão no Trecho Norte:

Pressão de sucção mínima 55,0 kgf/cm²g

 TBG	CAT.:	MEMORIAL DESCRIPTIVO	Nº DOC.:	MD-5000-940-TOE-005	REV.:
	INSTALAÇÃO:	GASODUTO			FOLHA 10 de 51
	TÍTULO DO DOCUMENTO:	DESCRICAÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL			

Pressão de descarga máxima 100 kgf/cm²g
 Temperatura de sucção 22,7 °C
 Temperatura de descarga do compressor 53,6 °C
 Temperatura a jusante do “after-cooler” 48,0 °C.

Estação de Compressão de Araucária são:

Pressão de sucção mínima 45,0 kgf/cm²g
 Pressão de descarga máxima 75,0 kgf/cm²g
 Temperatura de sucção 21,3 °C
 Temperatura de descarga do compressor 59,0 °C
 Temperatura a jusante do “after-cooler” 48,0 °C.

As condições de operação na Estação de Compressão de Biguaçu são:

Pressão de sucção mínima 45,0 kgf/cm²g
 Pressão de descarga máxima 75,0 kgf/cm²g
 Temperatura de sucção 23,0 °C
 Temperatura de descarga do compressor 57,0 °C
 Temperatura a jusante do “after-cooler” 48,0 °C.

As condições de operação na Estação de Compressão de Siderópolis são:

Pressão de sucção mínima 45,0kgf/cm²g
 Pressão de descarga máxima 75,0kgf/cm²g
 Temperatura de sucção 25°C
 Temperatura de descarga do compressor 55,0°C
 Temperatura a jusante do “after-cooler” 48,0 °C.

2.2.3 Operação a partir da Central de Supervisão e Controle (CSC)

O gasoduto Bolívia-Brasil é operado no trecho brasileiro a partir da Central de Supervisão e Controle (CSC) situada no Rio de Janeiro – RJ. A operação nas estações de compressão, de medição e Pontos de saída é normalmente “não-assistida”. O gasoduto é operado através do seu Sistema de Supervisão e Controle (SCADA), cuja transmissão de dados é feita pelo seu Sistema de Telecomunicações.

Para interligar os vários equipamentos de um mesmo nível existem redes locais (LANs) do tipo Ethernet sendo usado o protocolo de comunicação TCP-IP.

Além das funções básicas descritas, o SCADA possui também algumas funções avançadas. O gasoduto Bolívia-Brasil conta com as seguintes funções avançadas:

- Tela com apresentação gráfica do gradiente hidráulico da linha, com cálculo de empacotamento;
- Sistema de detecção de vazamento;
- Sistema de acompanhamento de “PIG”;
- Módulo de simulação em tempo real.

 TBG	CAT. :	MEMORIAL DESCRIPTIVO	Nº DOC.:	MD-5000-940-TOE-005	REV.:
	INSTALAÇÃO:	GASODUTO			FOLHA 11 de 51
	TÍTULO DO DOCUMENTO:	DESCRÍÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL			

3. DESCRIÇÃO DAS LINHAS

3.1. Aspectos Gerais

O projeto, construção e montagem das linhas do gasoduto Bolívia-Brasil obedeceram de modo geral à norma ASME B31.8 "Gas Transmission and Piping Systems", além de especificações produzidas especialmente para o empreendimento. A lista das especificações técnicas e outros documentos emitidos pela PETROBRAS aplicados no empreendimento do gasoduto estão contidos na LD-4600.00-6000-940-PEI-001, "Lista de Documentos, Gasoduto Bolívia-Brasil, Geral".

As linhas são feitas com tubos de aço carbono com juntas soldadas, com revestimento anticorrosivo, enterradas em toda a extensão. Proteção catódica é aplicada desde a construção para prevenir corrosão externa.

Válvulas de bloqueio estão instaladas a intervalos previstos na norma do projeto, a saber:

- 32 km em Locação de Classe 1
- 24 km em Locação de Classe 2
- 16 km em Locação de Classe 3
- 8 km em Locação de Classe 4

As válvulas de bloqueio são dotadas de atuadores pneumáticos a gás natural, alguns com comando remoto (em estações de compressão). Os atuadores pneumáticos têm pilotos para fechamento da válvula por baixa pressão e por velocidade de queda de pressão. As válvulas de bloqueio de linha são dotadas de *by-pass* com 2 válvulas de bloqueio, um em cada derivação do *by-pass* e mais *vents* flangeados para ventagem da linha. Para referência ver o desenho nº I-DE-4600.00-6520-940-PEI-011 "Main Line Block Valve, Typical Installation".

3.2. Seção Corumbá - Paulínia

O traçado tem início na fronteira do Brasil com a Bolívia, ao sul da cidade de Corumbá/MS, e se desenvolve para sudeste, pelo lado sul da rodovia BR-262 e atravessa o Rio Paraguai (progressiva km 60) nas proximidades da ponte na região do Porto Morrinho. O gasoduto prossegue paralelo à rodovia BR-262, cerca de 300 m de afastamento, nos próximos 150km dos quais 70km em área pantanosa. Daí segue atravessando o rio Miranda, paralelo à rodovia, passando cerca de 5 km ao sul da cidade de Miranda e 2 km ao sul de Anastácio (progressiva km 283). Na progressiva 395 (Brasil) o traçado cruza a rodovia BR-060, cerca de 13 km ao sul da cidade de Campo Grande. A partir da cidade de Campo Grande o gasoduto se mantém paralelo à rodovia, a uma distância variando entre 10 e 40 km ao sul dela, atravessando os rios Pardo e Verde até atingir o rio Paraná, divisa entre os estados de Mato Grosso do Sul e São Paulo, próximo à cidade de Três Lagoas, a cerca de 20 km ao sul desta cidade e 1 km da jusante da Ilha Comprida. Do rio Paraná, divisa com o estado de São Paulo, a jusante da Ilha Comprida, na

 TBG	CAT. :	MEMORIAL DESCRIPTIVO	Nº DOC.:	MD-5000-940-TOE-005	REV.:
	INSTALAÇÃO:	GASODUTO			FOLHA 12 de 51
	TÍTULO DO DOCUMENTO:	DESCRÍÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL			

localidade de Porto Independência, o duto prossegue em direção sudeste, passando cerca de 5 km ao sul das cidades de Mirandópolis, Lavínia e Valparaíso, aproximando-se da BR-267/SP-300 (Rodovia Marechal Rondon) pelo lado sul desta. Na progressiva 894 (BR) o traçado cruza a SP-419, cerca de 8km ao sul de Penápolis, e vem cruzar a Rod. Marechal Guaiçara, seguindo sempre em direção sudeste até atingir a progressiva 974,6 (BR) e um total de 260,2 km neste trecho onde cruza a SP-333, 25 km ao norte de Guarantã e 38 km ao sul de Borborema. Deste ponto o traçado segue para sudeste, paralelo a represa e promissão no Rio Tietê, atravessando-o a montante da Usina Hidrelétrica de Ibitinga (20 km ao sul da cidade de Ibitinga), e segue passando a oeste da Usina Hidrelétrica de Gavião Peixoto, cruza a rodovia SP-255, distante 16 km da cidade de Araraquara. De Araraquara o traçado segue passando a oeste de São Carlos, Rio Claro e Limeira e, após cruzar a rodovia Anhanguera, chega até a Refinaria de Paulínia (REPLAN).

A seção Corumbá – Paulínia tem 1264 km de extensão, sendo 717 km no estado de Mato Grosso do Sul e 545 km no estado de São Paulo. O gasoduto é constituído de tubulação de aço carbono de especificação API 5L X70, de 32 polegadas de diâmetro externo, espessuras de parede de 0,451 polegada, de 0,541 da polegada e de 0,650 da polegada, respectivamente para as Locações Classe 1, Divisão 2, Classe 2 e Classe 3 (os diâmetros, espessuras e classe de locação estão detalhados por km desenvolvido no ANEXO – DADOS GERAIS DO GASODUTO). A pressão de projeto é de 100 kgf/cm²g para a temperatura de até 51,6 °C. Foi aplicado revestimento interno antifricção de resina epóxi de dois componentes, e com revestimento externo anticorrosivo de PE, FBE e CTE. O revestimento das juntas de campo foi feito com mantas termo-contráteis.

Para referência, ver o desenho nº I-DE-4600.10-6520-944-PEI-001 “Corumbá - Replan Section, P&I”.

Esta seção tem 49 válvulas de bloqueio de linha; ver tabela 2:

Tabela 2 – Válvulas de linha da seção Corumbá – Paulínia

TAG	km desenvolvido	Local/Município
VES-10020	0.14	Corumbá-MS
VES-10040	27.7	Corumbá-MS
VES-10050	46.6	Corumbá-MS
VES-10060	59.5	Corumbá-MS
VES-10070	83.7	Corumbá-MS
VES-10080	110.9	Corumbá-MS
VES-10090	140.4	Miranda-MS
VES-10110	171	Miranda-MS
VES-10140	194	Miranda-MS
VES-10150	219.2	Miranda-MS
VES-10160	240.7	Miranda-MS
VES-10170	267.9	Anastácio-MS

 TBG	CAT. :	MEMORIAL DESCRIPTIVO	Nº DOC.:	MD-5000-940-TOE-005	REV.:
	INSTALAÇÃO:	GASODUTO		FOLHA	13 de 51
	TÍTULO DO DOCUMENTO:	DESCRICAÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL			

VES-10180	289.1	Anastácio-MS
VES-10190	309.1	Dois Irmãos do Buriti-MS
VES-10200	335.8	Dois Irmãos do Buriti-MS
VES-10210	366.4	Terenos-MS
VES-10230	394.1	Campo Grande-MS
VES-10280	427.5	Campo Grande-MS
VES-10290	460.5	Ribas do Rio Pardo-MS
VES-10300	494;5	Ribas do Rio Pardo-MS
VES-10310	522.5	Ribas do Rio Pardo-MS
VES-10320	550.6	Ribas do Rio Pardo-MS
VES-10330	583.4	Brasilândia-MS
VES-10340	607.5	Brasilândia-MS
VES-10350	627	Brasilândia-MS
VES-10370	651.1	Três Lagoas-MS
VES-10400	679.5	Três Lagoas-MS
VES-10410	703.5	Três Lagoas-MS
VES-10420	736.2	Castilho-SP
VES-10430	758.2	Murutinga do Sul-SP
VES-10440	779.5	Mirandópolis-SP
VES-10450	809.8	Valparaíso-SP
VES-10460	840.9	Guararapes-SP
VES-10470	867.2	Birigui-SP
VES-10490	896.6	Penápolis-SP
VES-10540	921.4	Promissão-SP
VES-10550	951.7	Lins-SP
VES-10560	991.5	Uru-SP
VES-10570	1018.4	Iacanga-SP
VES-10580	1044.8	Ibitinga-SP

TAG	km desenvolvido	Local/Município
VES-10590	1070.1	Boa Esperança do Sul-SP
VES-10600	1095.9	Boa Esperança do Sul-SP
VES-10610	1126.9	Ibaté-SP
VES-10630	1141.1	São Carlos-SP
VES-10660	1168.2	Itirapina-SP
VES-1670	1191.2	Rio Claro-SP
VES-10680	1219.5	Iracemópolis-SP
VES-10690	1243	Limeira-SP
VES-10710	1363.9	Paulinia-SP

As figuras 1, 23, 4, 5 e 6 apresentam o perfil altimétrico dos trechos Corumbá-Miranda, Miranda-Campo Grande, Campo Grande-Três Lagoas, Três Lagoas-Penápolis, Penápolis-São Carlos, São Carlos-Paulínia respectivamente.

 TBG	CAT.:	MEMORIAL DESCRIPTIVO	Nº DOC.:	MD-5000-940-TOE-005	REV.:	K
	INSTALAÇÃO:	GASODUTO			FOLHA	14 de 51
	TÍTULO DO DOCUMENTO:	DESCRÍÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL				

Corumbá - Miranda

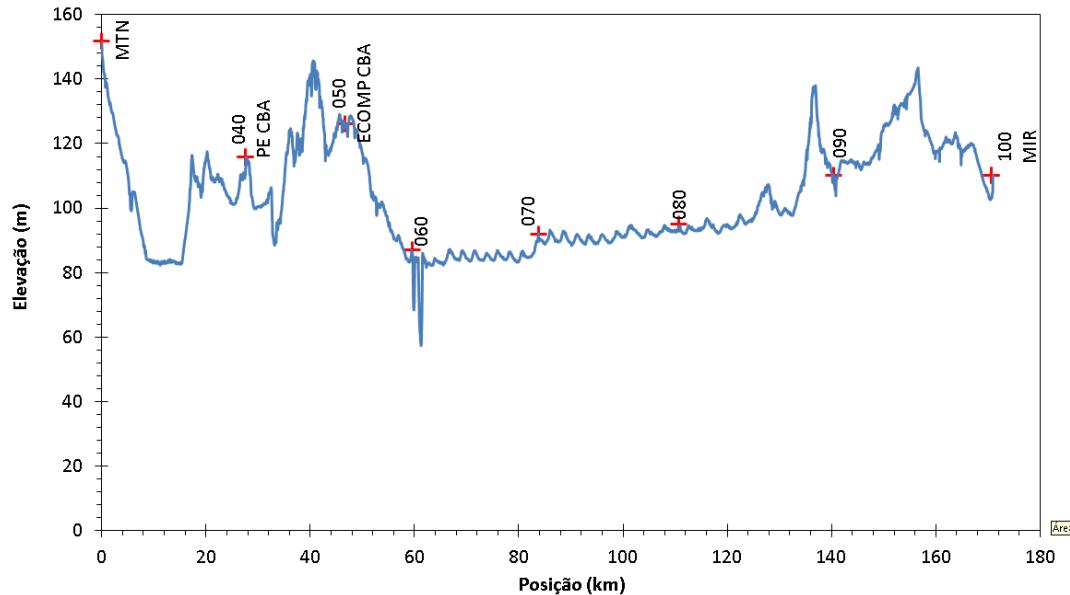


Figura 1 – Perfil altimétrico do trecho Corumbá-Miranda

Miranda - Campo Grande

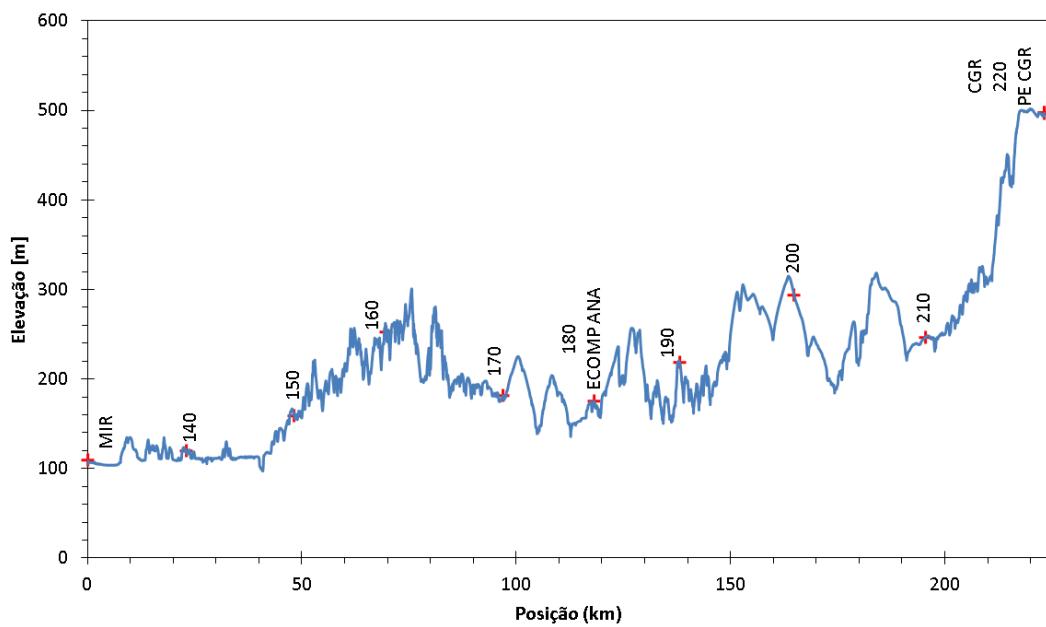


Figura 2 – Perfil altimétrico do trecho Miranda-Campo Grande

 <p>CAT.: INSTALAÇÃO: TÍTULO DO DOCUMENTO:</p>	MEMORIAL DESCRIPTIVO	Nº DOC.: MD-5000-940-TOE-005	REV.: K
	GASODUTO	FOLHA 15 de 51	
	DESCRICAÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL		

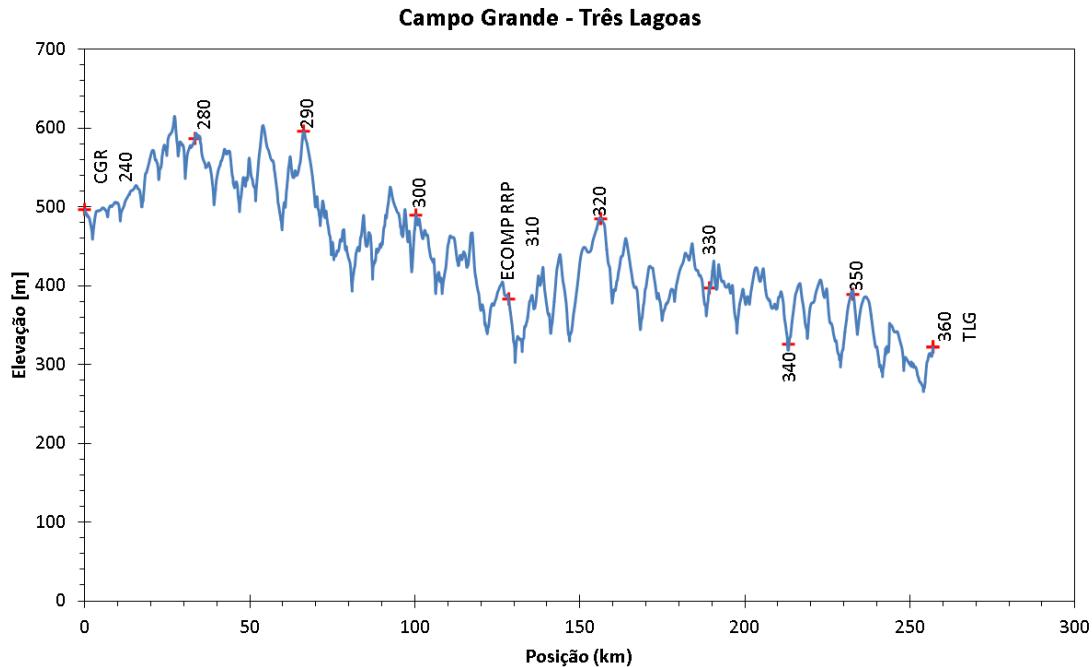


Figura 3 – Perfil altimétrico do trecho Campo Grande-Três Lagoas

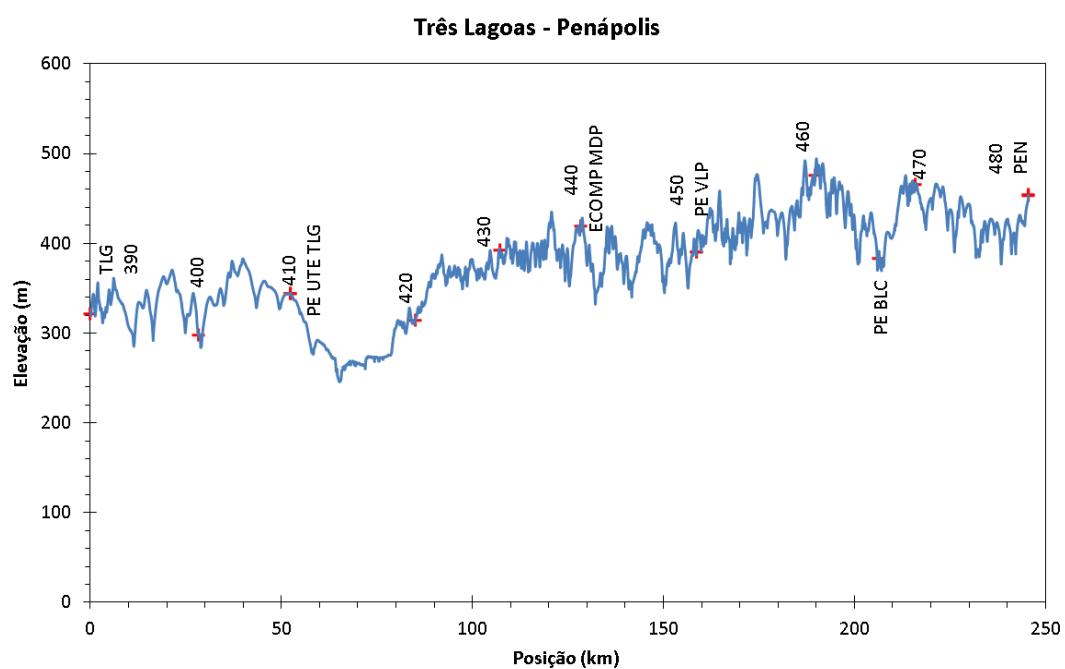


Figura 4 – Perfil altimétrico do trecho Três Lagoas-Penápolis

 TBG	CAT.:	MEMORIAL DESCRIPTIVO	Nº DOC.:	MD-5000-940-TOE-005	REV.:	K
	INSTALAÇÃO:	GASODUTO				FOLHA
	TÍTULO DO DOCUMENTO:	DESCRÍÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL			16 de 51	

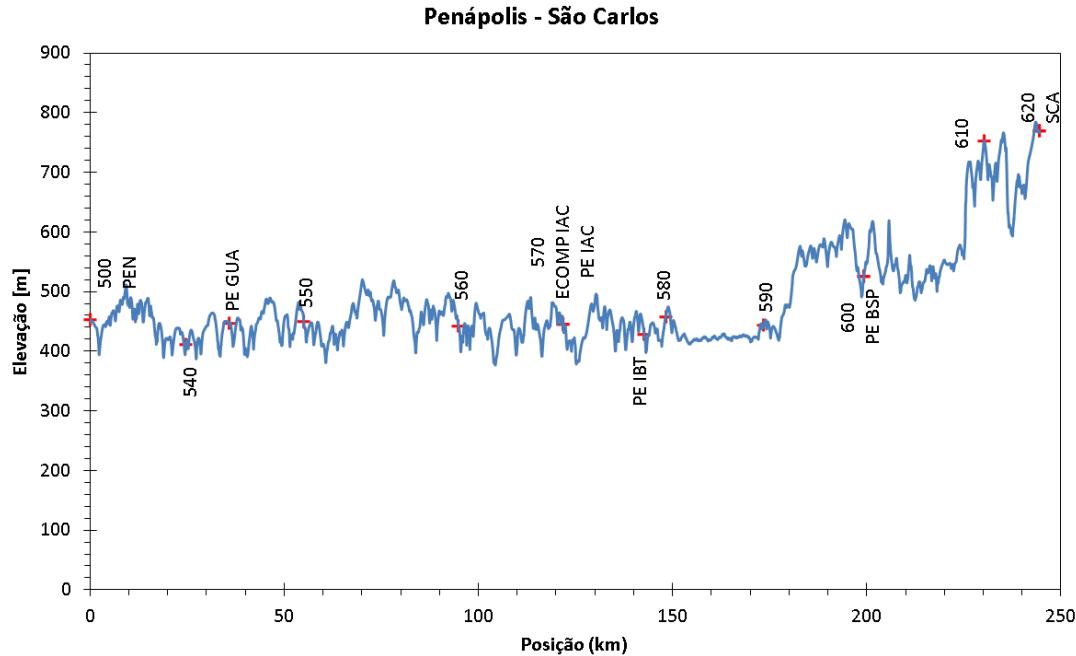


Figura 5 – Perfil altimétrico do trecho Penápolis-São Carlos

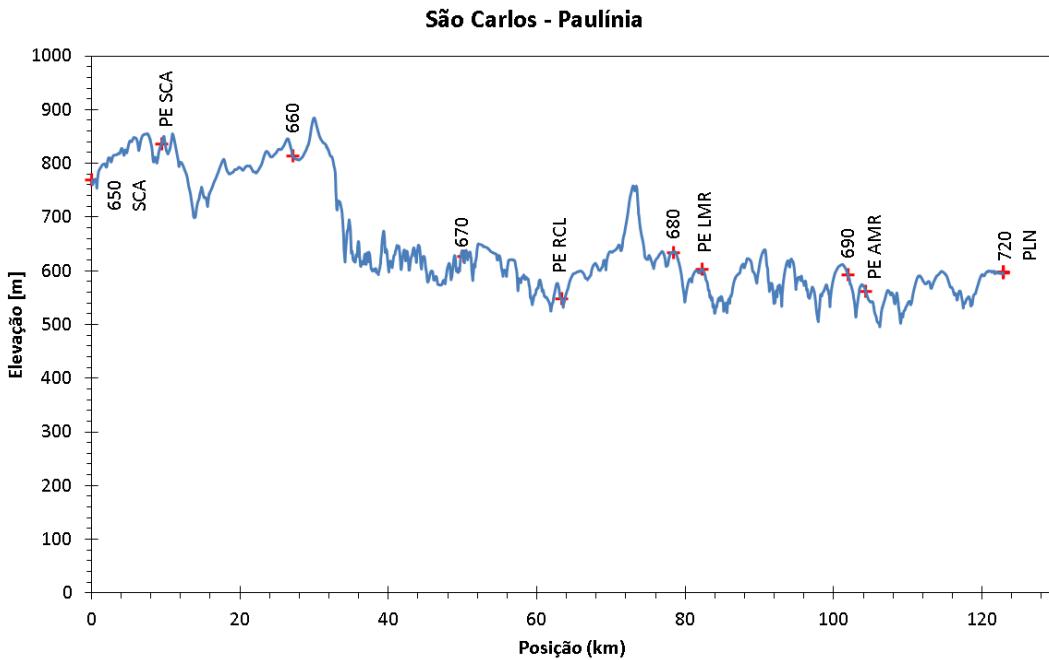


Figura 6 – Perfil altimétrico do trecho São Carlos-Paulínia

3.3. Seção Paulínia - Canoas

O trecho se inicia na área da REPLAN e segue na direção sul cruzando a rodovia Anhanguera e a estrada de ferro da FEPASA, no trecho entre os municípios de Campinas e Americana e, prossegue cruzando, mais à frente, outra estrada de ferro da FEPASA, no trecho entre os municípios de Tatuí e Itapetininga até a região do município de Capão Bonito. A partir daí, segue atravessando a região

 TBG	CAT. :	MEMORIAL DESCRIPTIVO	Nº DOC.:	MD-5000-940-TOE-005	REV.:
	INSTALAÇÃO:	GASODUTO			FOLHA 17 de 51
	TÍTULO DO DOCUMENTO:	DESCRICAÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL			

da Serra de Paranapiacaba e atingindo o rio Itapirapuã, limite entre os estados de São Paulo e Paraná, prossegue e atravessa o rio Ribeira, a jusante do rio São Sebastião, afluente do Ribeira, e segue passando a oeste dos municípios de Rio Branco do Sul e Campo Magro, cruza a Rodovia Federal BR-277 e atinge a faixa adutora existente e segue pela mesma até as proximidades da Refinaria Presidente Getúlio Vargas (REPAR). A partir deste ponto, o traçado do duto se desenvolve por 89 km na faixa já utilizada pelo oleoduto em São Francisco do Sul à Refinaria e pelo poliduto Paraná/Santa Catarina (OSPAR). Segue na direção sudeste até a região de Garuva, divisa dos estados do Paraná e Santa Catarina. Desse ponto o traçado toma a direção sul, utilizando a faixa do poliduto Paraná/Santa Catarina (OPASC), passando a oeste de Joinville e Guaramirim, de onde segue em direção a Blumenau e Brusque e daí retornando à faixa da OPASC em Tijucas e seguindo nesta até a base de Biguaçu (OPASC), próxima a Florianópolis. A partir deste local o traçado, em faixa própria, contorna a região urbana de Palhoça, atingindo as proximidades da Serra do Tabuleiro, sempre ao lado oeste da mesma passando a oeste de Tubarão e Morro da Fumaça, até atingir a região de Criciúma. Continua na direção sudeste e ascende do litoral sul catarinense ao planalto gaúcho na encosta da Serra Geral por galeria horizontal e poço vertical; desse poço em diante o gasoduto segue em região de planalto até as proximidades de Lajeado Grande e daí até a região de São Francisco de Paula onde desce a Serra do Mar, atravessando o Rio dos Sinos para chegar à refinaria de Alberto Pasqualini (REFAP), no município de Canoas.

A Subseção Paulínia – Araucária tem 471 km sendo 2,5 km internos à Refinaria do Planalto (REPLAN), 17 km na Faixa de Dutos Paulínia – São Paulo (OPASA), e 451 km em faixa nova sendo 317 km no Estado de São Paulo e 134 km no Estado do Paraná. O material das tubulações é aço carbono de especificação API 5L X70, de 24 polegadas de diâmetro externo, espessuras de parede de 0,338 da polegada, de 0,406 da polegada e 0,487 da polegada respectivamente para as Locações Classe 1, Divisão 2, Classe 2 e Classe 3. A pressão de projeto é de 100 kgf/cm². As tubulações têm revestimento interno com antifricção de resina epóxi de dois componentes, e com revestimento externo anticorrosivo de PE, FBE e CTE. O revestimento das juntas de campo foi feito com mantas termo-contráteis.

A Subseção Araucária - Biguaçu tem 274 km de extensão, sendo 122 km no trecho inicial da Faixa de Dutos Paraná/Santa Catarina (OPASC) e mais 29 km no trecho final dessa mesma faixa. O material em aço carbono de especificação API 5L X70, de 20 polegadas de diâmetro externo, espessuras de parede de 0,250 da polegada, de 0,281 da polegada e de 0,312 da polegada, respectivamente para as Locações Classe 1, Divisão 2, Classe 2 e Classe 3 (os diâmetros, espessuras e classe de locação estão detalhados por km desenvolvido no ANEXO – DADOS GERAIS DO GASODUTO). A pressão de projeto é de 75 kgf/cm². O revestimento externo anticorrosivo CTE. As juntas de campo foram feitas com CTE aplicados no local.

A Subseção Biguaçu – Siderópolis, com 176 km de extensão, é constituída de tubulação de aço carbono de especificação API 5L X65, de 18 polegadas de diâmetro externo, espessuras de parede de 0,250 da polegada para as Locações

 TBG	CAT. :	MEMORIAL DESCRIPTIVO	Nº DOC.:	MD-5000-940-TOE-005	REV.:
	INSTALAÇÃO:	GASODUTO		FOLHA	18 de 51
	TÍTULO DO DOCUMENTO:	DESCRÍÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL			

de Classe 1 - Divisão 2 e Classe 2. Para as Locações Classe 3 a espessura de parede é de 0,312 da polegada. O revestimento externo anticorrosivo de CTE. As juntas de campo feitas com CTE aplicados no local. A pressão de projeto é de 75 kgf/cm².

A Subseção Siderópolis – Canoas, com 249 km de extensão, é constituído de tubulação de aço carbono de especificação API 5L X65, de 16 polegadas de diâmetro externo, espessuras de parede de 0,219 da polegada, para as Locações de Classe 1, Divisão 2, e Classe 2 e de parede de 0,281 da polegada para Locações Classe 3. O revestimento externo de CTE. Para o trecho da ascensão da Serra Geral, túnel composto de galeria e poço de acesso ao planalto, um lote de 16600 m tem espessura de parede de 0,375 da polegada e revestimento de FBE. A pressão de projeto é de 75 kgf/cm².

Esta seção tem 55 válvulas de bloqueio de linha, ver tabela 3:

Tabela 3 – Válvulas de linha da seção Paulínia – Canoas

TAG	km desenvolvido	Local/Município
VES-40020	0,0	Paulínia-SP
VES-40040	10,79	Paulínia-SP
VES-40050	20,59	Campinas-SP
VES-40060	31,31	Campinas-SP
VES-40070	45,29	Indaiatuba-SP
VES-40080	68,77	Itu-SP
VES-40090	90,92	Sorocaba-SP
VES-40100	110,24	Araçoiaba da Serra-SP
VES-40110	132,31	Sarapuí-SP
VES-40120	155,32	Itapetininga-SP
VES-40130	186,45	Itapetininga-SP
VES-40170	216,53	Capão Bonito - SP
VES-40140	238,8	Itapeva-SP
VES-40150	261,24	Ribeirão Branco-SP
VES-40200	281,12	Apiaí-SP
VES-40210	309,95	Barra do Chapéu-SP
VES-40220	339,07	Itapurapuã Paulista-SP
VES-40230	373,63	Cerro Azul-SP
VES-40240	404,75	Rio Branco do Sul-PR
VES-40250	435,85	Campo Magro-PR
VES-40260	457,52	Campo Largo-PR
VES-40280	478,53	Araucária-PR
VES-60310	478,4	Araucária-PR
VES-60330	478,4	By-pass ECOMP Araucária-PR
VES-60040	490,89	Fazenda Rio Grande-PR
VES-60050	517,16	Tijucas do Sul-PR

 TBG	CAT. :	MEMORIAL DESCRIPTIVO	Nº DOC.:	MD-5000-940-TOE-005	REV.:	K
	INSTALAÇÃO:	GASODUTO				FOLHA 19 de 51
	TÍTULO DO DOCUMENTO:	DESCRICAÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL				

VES-60060	535,55	Guaratuba-PR
VES-60070	559,89	Garuva-PR
VES-60080	583,88	Joinville - SC
VES-60090	614,46	Guaramirim-SC
VES-60100	638,95	Massaranduba-SC
VES-60110	670,09	Gaspar-SC
VES-60120	687,85	Gaspar-SC
VES-60270	700,54	Brusque-SC
VES-60320	728,39	Tijucas-SC
VES-60140	757,12	Biguaçu-SC
VES-60190	787,54	Santo Amaro da Imperatriz-SC
VES-60200	816,68	São Bonifácio-SC
VES-60210	848,07	São Martinho-SC

TAG	km desenvolvido	Local/Município
VES-60220	872,86	Armazém-SC
VES-60230	895,06	Tubarão-SC
VES-60240	903,69	Tubarão-SC
VES-60250	921,96	Pedras Grandes-SC
VES-60290	937,16	Siderópolis-SC
VES-80020	963,76	Nova Veneza-SC
VES-80030	986,35	Timbé do Sul-SC
VES-80040	1002,53	São José dos Ausentes-RS
VES-80050	1031,25	Cambará do Sul-RS
VES-80060	1049,05	Jaquirana - RS
VES-80070	1078,24	São Francisco de Paula-RS
VES-80080	1108,52	São Frasncisco de Paula-RS
VES-80090	1141,04	Parobé-RS
VES-80100	1162,29	Novo Hamburgo-RS
VES-80110	1176,89	Novo Hamburgo - RS
VES-80130	1191,10	Canoas-RS

Para referência, ver os desenhos:

- I-DE-4600.40-6520-944-PEI-001 "Replan - Araucária Section, P&I Diagram"
- I-DE-4600.60-6520-944-PEI-001 "Araucária – Siderópolis Section, P&I Diagram".
- I-DE-4600.80-6520-944-PEI-001 "Siderópolis – Canoas Section, P&I Diagram".

 TBG	CAT.:	MEMORIAL DESCRIPTIVO	Nº DOC.:	MD-5000-940-TOE-005	REV.:	K
	INSTALAÇÃO:	GASODUTO				FOLHA
	TÍTULO DO DOCUMENTO:	DESCRÍÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL		20 de 51		

As figuras 7, 8, 9, 10 e 11 apresentam o perfil altimétrico dos trechos Paulínia-Capão Bonito, Capão Bonito-Araucária, Araucária-Biguaçu, Biguaçu-Siderópolis e Siderópolis-Canoas, respectivamente.

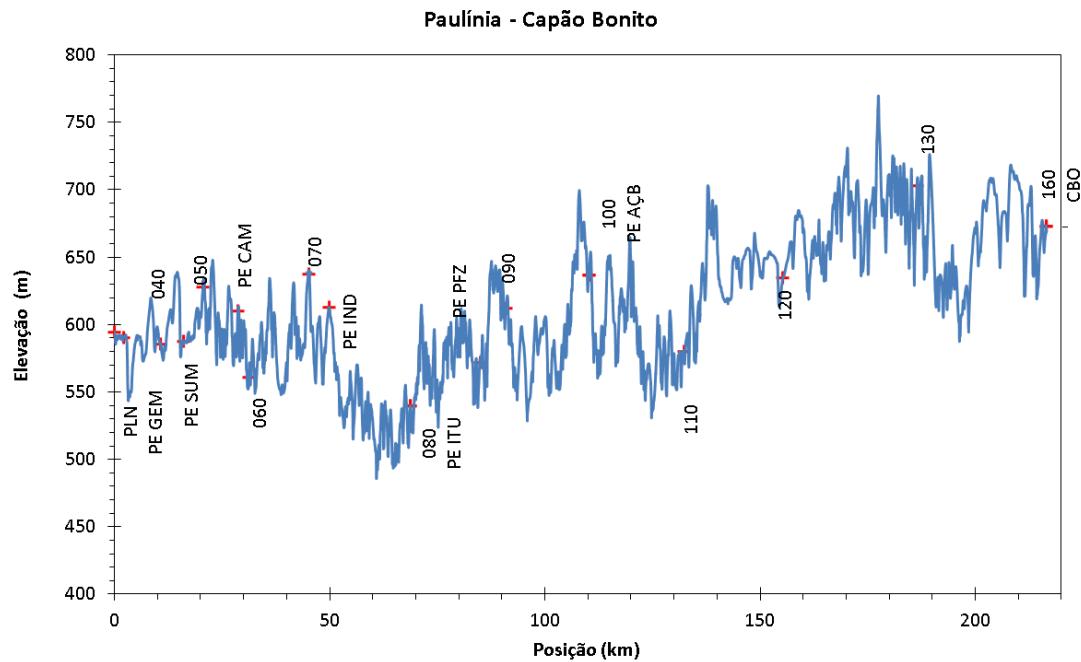


Figura 7– Perfil altimétrico do trecho Paulínia-Capão Bonito

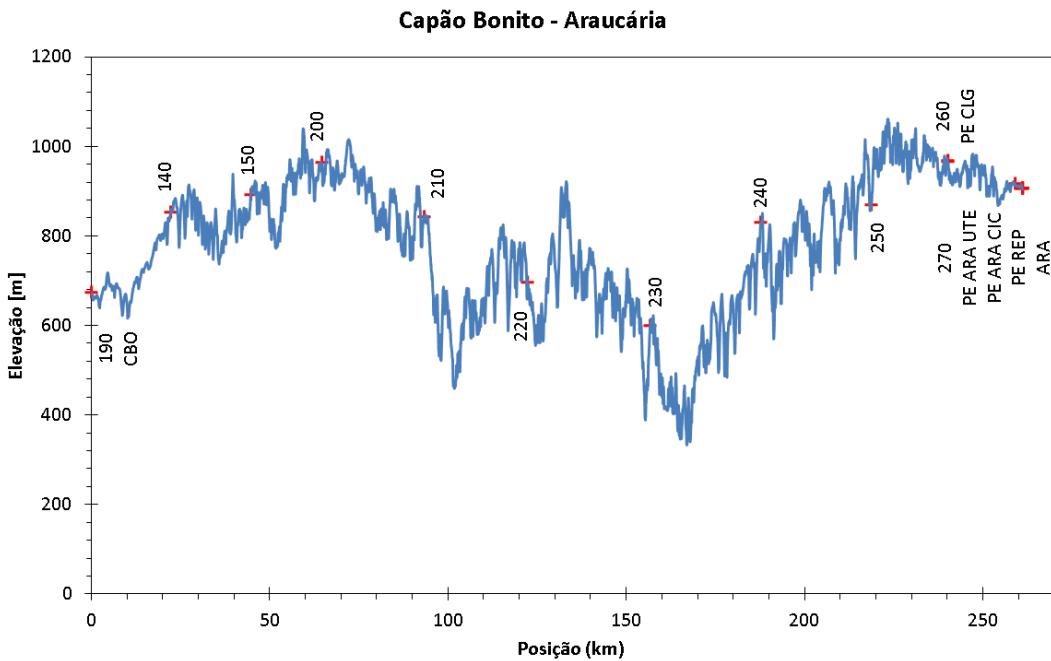


Figura 8 – Perfil altimétrico do trecho Capão Bonito-Araucária

 TBG	CAT.:	MEMORIAL DESCRIPTIVO	Nº DOC.:	MD-5000-940-TOE-005	REV.:	K
	INSTALAÇÃO:	GASODUTO		FOLHA	21 de 51	
	TÍTULO DO DOCUMENTO:	DESCRÍÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL				

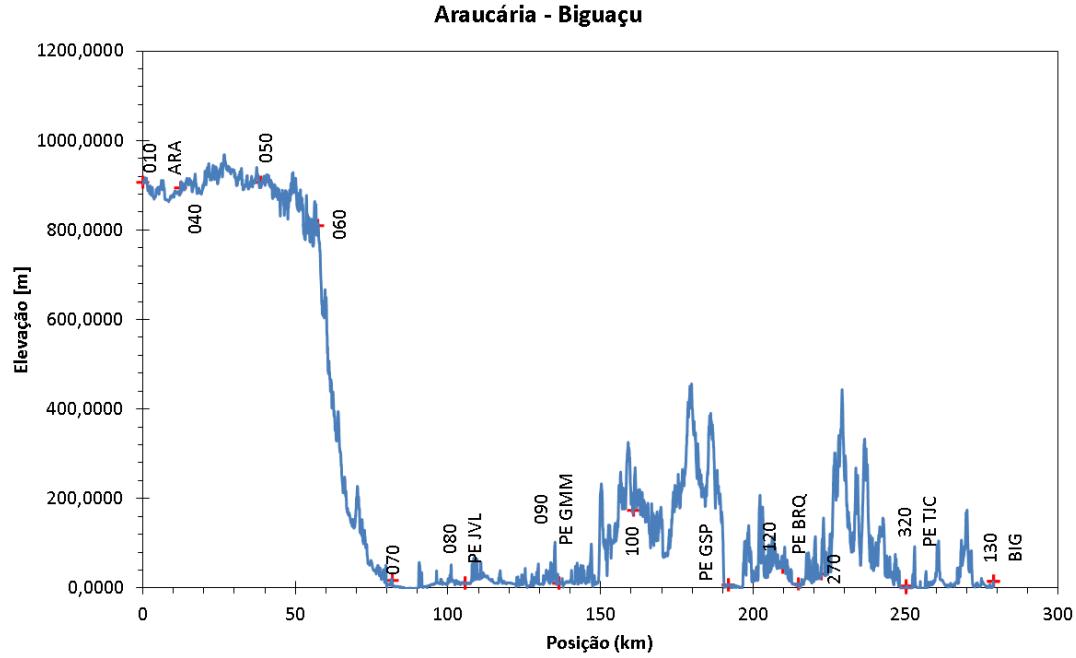


Figura 9 – Perfil altimétrico do trecho Araucária-Biguaçu

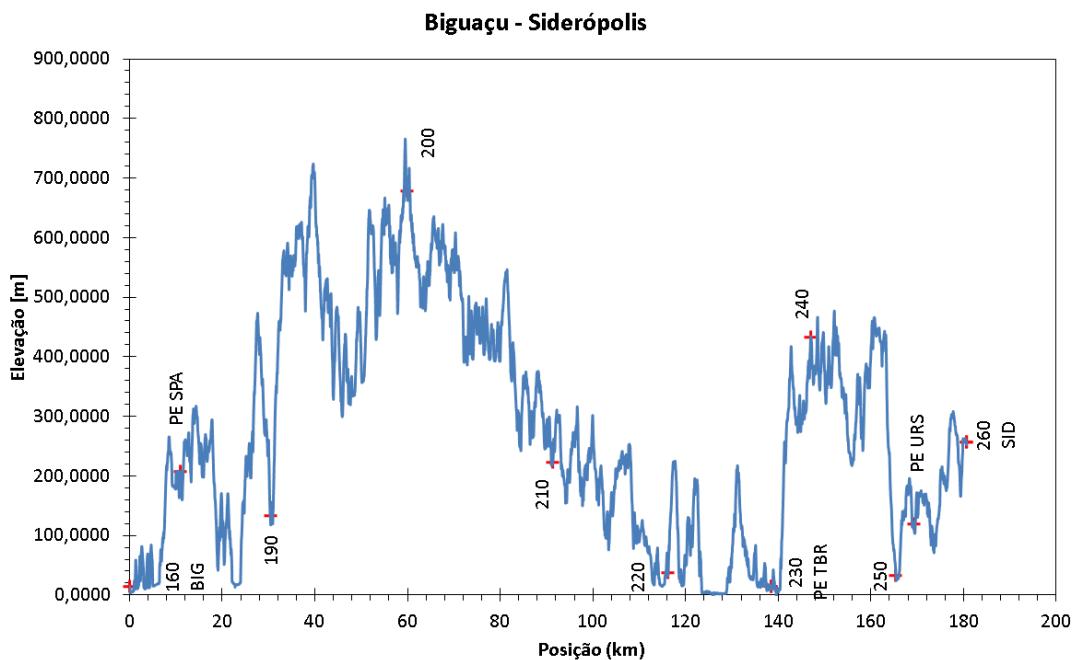


Figura 10 – Perfil altimétrico do trecho Biguaçu-Siderópolis

 TBG	CAT.:	MEMORIAL DESCRIPTIVO	Nº DOC.:	MD-5000-940-TOE-005	REV.:	K
	INSTALAÇÃO:	GASODUTO				FOLHA 22 de 51
	TÍTULO DO DOCUMENTO:	DESCRÍÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL				

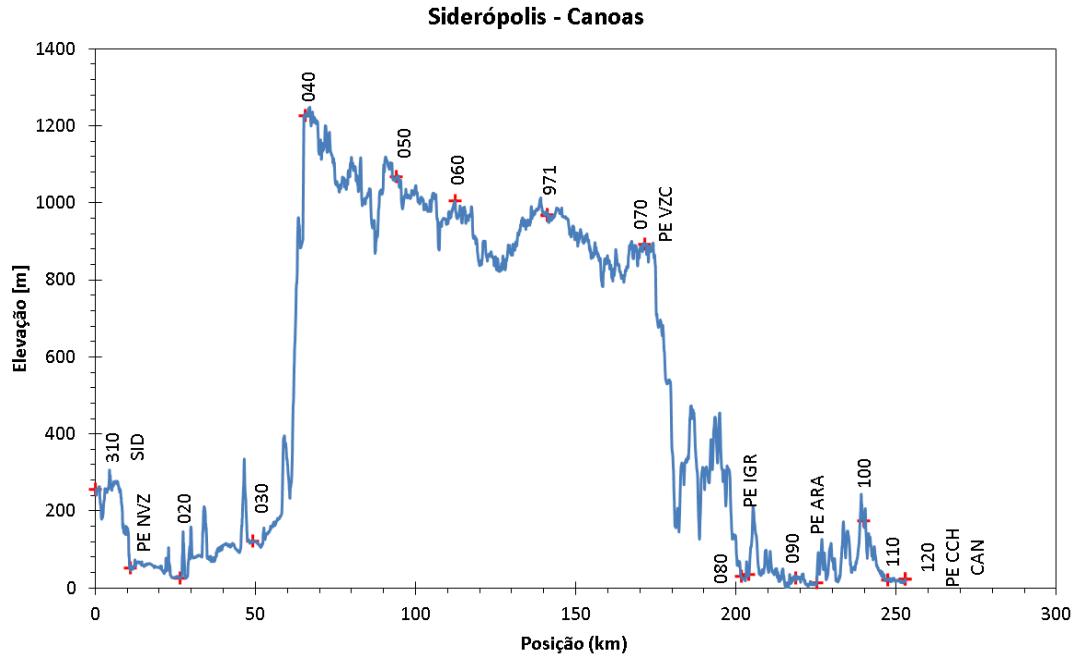


Figura 11 – Perfil altimétrico do trecho Siderópolis-Canoas

3.4. Seção Paulínia – Guararema

A Seção Paulínia – Guararema está compreendida no Estado de São Paulo com 156 km de extensão, sendo 2,9 km internos a REPLAN e os restantes 153 km na Faixa de Dutos existente Guararema/Campinas. O início é na direção sudeste passando próximo das cidades de Sousas a Atibaia, cruzando as rodovias SP-381 e SP-65 (Fernão Dias e D. Pedro I, respectivamente) entre outras, até encontrar e cruzar as rodovias Presidente Dutra (BR-116) e dos Trabalhadores (SP-66) já no município de Guararema, onde acaba esse trecho no Terminal de Guararema da PETROBRAS.

O trecho é constituído de tubulação de aço carbono de especificação API 5L X70, de 24 polegadas de diâmetro externo, espessuras de parede de 0,254 da polegada, de 0,305 da polegada e de 0,366 da polegada respectivamente para as Locações Classe 1, Divisão 2, Classe 2 e Classe 3 (os diâmetros, espessuras e classe de locação estão detalhados por km desenvolvido no ANEXO – DADOS GERAIS DO GASODUTO). Um pequeno lote de 200m tem espessura de 0,458 da polegada, para as curvas de raio muito reduzido no interior da área da REPLAN. A pressão de projeto é de 75 kgf/cm².

O revestimento externo anticorrosivo é de CTE, sendo as juntas de campo feitas com CTE aplicados no local.

O trecho Paulínia - Guararema tem 12 válvulas de bloqueio de linha; ver tabela 4.

 TBG	CAT. :	MEMORIAL DESCRIPTIVO	Nº DOC.:	MD-5000-940-TOE-005	REV.:	K
	INSTALAÇÃO:	GASODUTO				FOLHA 23 de 51
	TÍTULO DO DOCUMENTO:	DESCRÍÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL				

Tabela 4 – Válvulas de linha seção Paulínia – Guararema

TAG	km desenvolvido	Local/Município
VES-90010	0	Paulínia - SP
VES-90040	6,31	Campinas-SP
VES-90050	20,33	Campinas-SP
VES-90060	32,47	Campinas-SP
VES-90070	46,3	Itatiba -SP
VES-90080	67,18	Atibaia-SP
VES-90090	81,54	Bom Jesus dos Perdões-SP
VES-90100	95,46	Nazaré Paulista -SP
VES-90110	119,07	Santa Isabel-SP
VES-90120	136,46	Guararema-SP
VES-90130	146,79	Guararema-SP
VES-90150	153,6	Guararema-SP

Para referência, ver o desenho nº I-DE-4600.90-6520-944-PEI-001 “Replan – Guararema Section, P&I Diagram”.

O perfil altimétrico do trecho Paunília-Guararema está representado na figura 12.

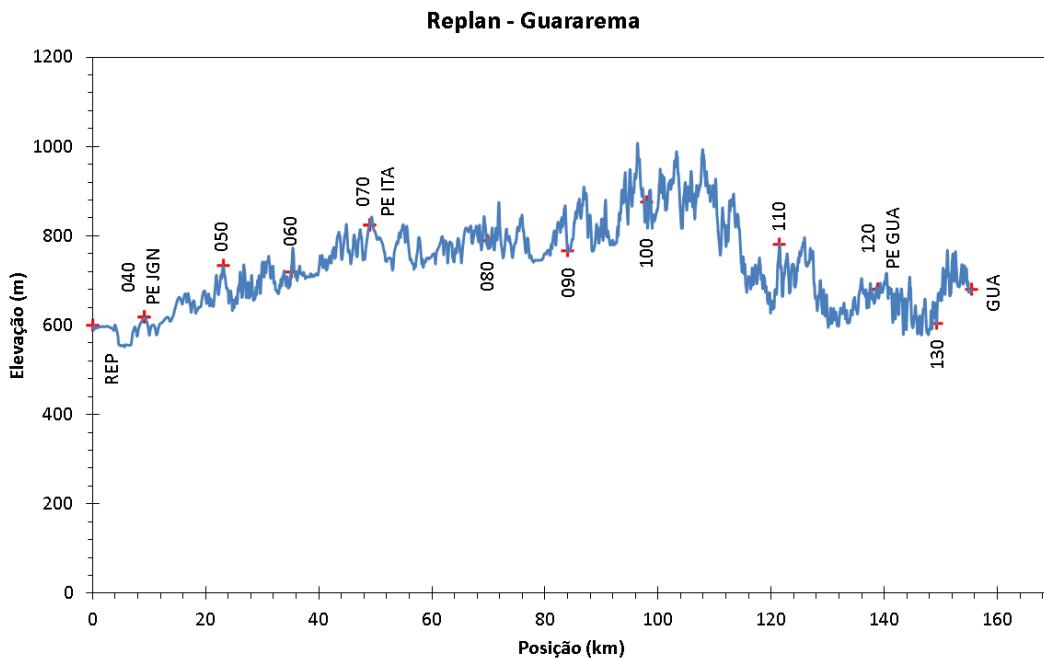


Figura 12 – Perfil altimétrico do trecho Paulínia-Guararema

4. DESCRIÇÃO DAS ESTAÇÕES DE COMPRESSÃO

As instalações do GASBOL incluem estações de compressão com vazão nominal de 30,08 MM m³/dia com as seguintes características técnicas e operacionais (tabela 5):

 TBG	CAT. :	MEMORIAL DESCRIPTIVO	Nº DOC.:	MD-5000-940-TOE-005	REV.:
	INSTALAÇÃO:	GASODUTO		FOLHA	24 de 51
	TÍTULO DO DOCUMENTO:	DESCRÍÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL			

Tabela 5 – Características das ECOMPs

ECOMP	Nome	Localização (km desenvolvido)	Número de Máquinas x Potência ISO (HP)
# 1	Corumbá	46,6	(2+1*) x 15000
# 2	Miranda	171,0	(2+1*) x 15000
# 3	Anastácio	289,1	(2+1*) x 15000
# 4	Campo Grande	394,2	4 x 7500
# 5	Ribas Rio Pardo	522,5	2 x 15000
# 6	Três Lagoas	651,1	2 x 15000
# 7	Mirandópolis	779,5	2 x 15000
# 8	Penápolis	896,6	4 x 7500
# 9	Iacanga	1018,4	2 x 15000
# 10	São Carlos	1141,1	2 x 15000
# 11	Paulínia	1264,0	(1+2*) x 15000
# 12	Capão Bonito	260,1	(2+1*) x 7500
# 13	Araucária	478,4	4 x 1200
# 14	Biguaçu	757,4	3 x 1000
# 15	Siderópolis	937,4	(2+2*) x 1360

* máquina reserva

4.1. Aspectos gerais

A potência ISO das máquinas das estações de compressão é superior à potência requerida pelos compressores no ponto de operação especificado devido às seguintes compensações e critérios de margem:

- Adição de margem de folga de 10% sobre a potência requerida;
- *Derating* devido à pressão e altitude;
- *Derating* devido à temperatura;
- *Derating* devido à umidade;
- *Derating* devido à perda de carga no filtro de entrada;
- *Derating* devido à perda de carga na chaminé de descarga;
- Adoção de modelos de fabricação standard que atendam às condições acima.

4.2. Histórico de Implantação das Estações de Compressão do gasoduto Bolívia-Brasil

4.2.1 Geral

As estações de compressão foram instaladas nas seguintes fases de implantação:

- Fase 0 – Implantação do gasoduto Bolívia-Brasil do lado brasileiro com as Estações de Compressão de Campo Grande e de Penápolis no “trecho norte”. No “trecho sul” foram instaladas as Estações de Compressão de Araucária e de Biguaçu.

 TBG	CAT.:	MEMORIAL DESCRIPTIVO	Nº DOC.:	MD-5000-940-TOE-005	REV.:
	INSTALAÇÃO:	GASODUTO		FOLHA	25 de 51
	TÍTULO DO DOCUMENTO:	DESCRÍÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL			

- Fase 1 – Implantação das Estações de Compressão de Miranda, Três Lagoas e São Carlos.
- Fase 2 - Implantação das Estações de Compressão de Corumbá, Anastácio, Ribas do Rio Pardo, Mirandópolis e Iacanga. Em adição, foram instaladas as 4as Máquinas em Campo Grande e Penápolis.
- Projeto de Confiabilidade – Implantação da ECOMP Paulínia e das 3as Máquinas nas Estações de Compressão de Corumbá, Miranda e Anastácio.
- Ampliação do Trecho Sul – Implantação da 3a Máquina na Estação de Compressão de Paulínia e da Estação de Compressão de Capão Bonito.
- Aquisição da Estação de Compressão de Siderópolis em setembro/2013.
- Instalação Cromatógrafo de Paulínia em 2017.
- Implementação Cromatógrafo em Araucária em 2022.
- Implementação do novo Ponto de Entrada Garuva em 2023.

4.3. Concepção das estações de compressão

4.3.1 Equipamentos principais

As estações de compressão do trecho norte possuem compressores centrífugos acionados por turbina a gás, cada unidade com o seu próprio sistema de supervisão e proteção.

As estações de compressão do trecho sul possuem compressores alternativos, com exceção da ECOMP Capão Bonito, acionados por motor de ciclo Otto a gás natural, cada unidade com o seu próprio sistema de supervisão e proteção.

Todas as estações de compressão são dotadas de utilidades para operarem autônomas e independentes de utilidades de terceiros, tais como energia elétrica, água e telecomunicações.

A tabela 6 apresenta os dados básicos dos equipamentos principais das Estações de Compressão.

Tabela 6 – Equipamentos principais das ECOMPs

ECOMP	Número de Compressores	Tipo	Turbina / Motor
Corumbá	(2 + 1*)	Centrifugo MHI 5V-3	Turbina a gás MARS 100 15000 HP (11,19 MW) ISO

 TBG	CAT. :	MEMORIAL DESCRIPTIVO	Nº DOC.:	MD-5000-940-TOE-005	REV.:
	INSTALAÇÃO:	GASODUTO		FOLHA	26 de 51
	TÍTULO DO DOCUMENTO:	DESCRICAÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL			

ECOMP	Número de Compressores	Tipo	Turbina / Motor
Miranda	(2 + 1*)	Centrifugo MHI 5V-3	Turbina a gás MARS 100 15000 HP (11,19 MW) ISO
Anastácio	(2 + 1*)	Centrifugo MHI 5V-3	Turbina a gás MARS 100 15000 HP (11,19 MW) ISO
Campo Grande	4	Centrifugo MHI 3V-2	Turbina a gás TAURUS 60 7500 HP (5,6 MW) ISO
Ribas Rio Pardo	2	Centrifugo MHI 5V-3	Turbina a gás MARS 100 15000 HP (11,19 MW) ISO
Três Lagoas	2	Centrifugo MHI 5V-3	Turbina a gás MARS 100 15000 HP (11,19 MW) ISO
Mirandópolis	2	Centrifugo MHI 5V-3	Turbina a gás MARS 100 15000 HP (11,19 MW) ISO
Penápolis	4	Centrifugo MHI 3V-2	Turbina a gás TAURUS 60 7500 HP (5,6 MW) ISO
Iacanga	2	Centrifugo MHI 5V-3	Turbina a gás MARS 100 15000 HP (11,19 MW) ISO

* máquina reserva

 TBG	CAT.:	MEMORIAL DESCRIPTIVO	Nº DOC.:	MD-5000-940-TOE-005	REV.:
	INSTALAÇÃO:	GASODUTO		FOLHA	27 de 51
	TÍTULO DO DOCUMENTO:	DESCRICAÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL			

ECOMP	Número de Compressores	Tipo	Turbina / Motor
São Carlos	2	Centrifugo MHI 5V-3	Turbina a gás MARS 100 15000 HP (11,19 MW) ISO
Paulínia	(1 + 2*)	Centrifugo MHI 5V-3	Turbina a gás MARS 100 15000 HP (11,19 MW) ISO
Capão Bonito	(2+1*)	Centrifugo MHI 3V-2	Turbina a gás TAURUS 60 7500 HP (5,6 MW) ISO
Araucária	4	Alternativo NUEVO PIGNONE 2 SHM/1	Motor a gás WAUKESHA L 7042 GSI 1193,5 HP (0,890 MW)
Biguaçu	3	Alternativo NUEVO PIGNONE 2 HM/1	Motor a gás WAUKESHA L 5790 GSI 1013,8 HP (0,756 MW)
Siderópolis	(2 + 2*)	Alternativo ARIEL JGT-4	Motor a gás CAT 3516 TALE 1340 HP (1,0 MW)

* máquina reserva

4.3.1.1 Curvas de Performance

As figuras 13, 14, 15 e 16 apresentam as curvas de performance dos compressores MHI-5V-3, MHI-3V-2, Turbinas Taurus 60 e Turbinas Mars 100.

 TBG	CAT.:	MEMORIAL DESCRIPTIVO	Nº DOC.:	MD-5000-940-TOE-005	REV.:	K
	IINSTALAÇÃO:	GASODUTO				FOLHA 28 de 51
	TÍTULO DO DOCUMENTO:	DESCRICAÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL				

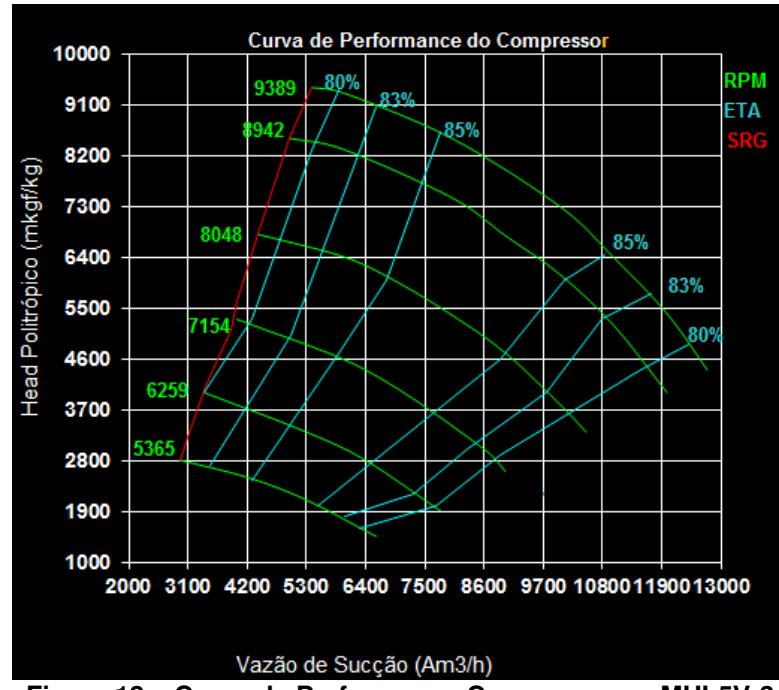


Figura 13 – Curva de Performance Compressores MHI-5V-3

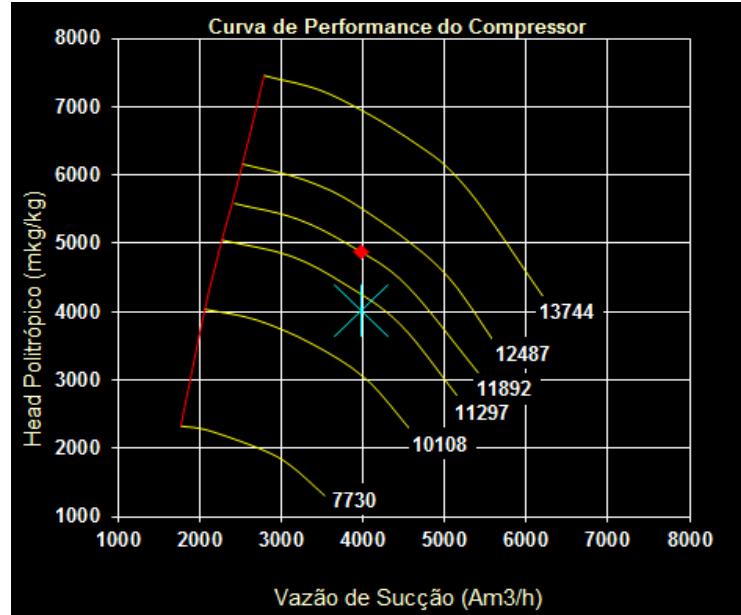


Figura 14– Curva de Performance Compressores MHI-3V-2

 TBG	CAT.:	MEMORIAL DESCRIPTIVO	Nº DOC.:	MD-5000-940-TOE-005	REV.:
	INSTALAÇÃO:	GASODUTO	FOLHA	29 de 51	
	TÍTULO DO DOCUMENTO:	DESCRÍÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL			

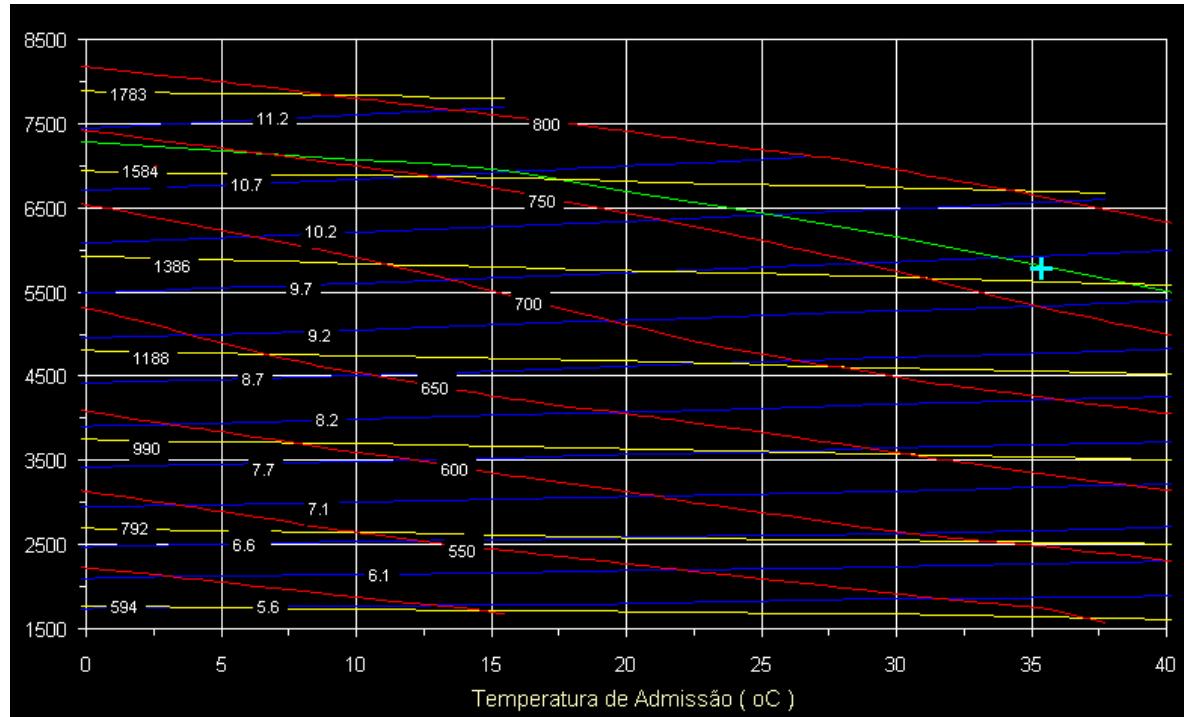


Figura 15 – Curva de Performance Turbinas Taurus 60

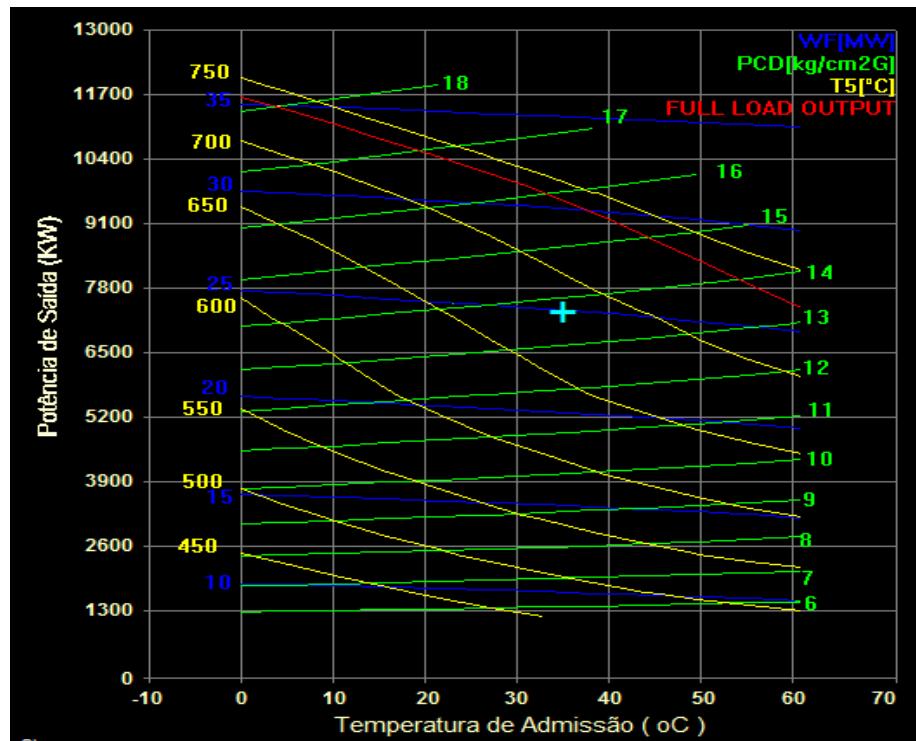


Figura 16 – Curva de Performance Turbinas Mars 100

 TBG	CAT. :	MEMORIAL DESCRIPTIVO	Nº DOC.:	MD-5000-940-TOE-005	REV.:
	IINSTALAÇÃO:	GASODUTO		FOLHA	30 de 51
	TÍTULO DO DOCUMENTO:	DESCRÍÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL			

4.3.2 Equipamentos / Sistemas Auxiliares

4.3.2.1 Filtragem do gás de processo

As sucções das máquinas das ECOMPs estão protegidas através de um sistema de filtragem comum para proteção de seus rotores contra partículas sólidas (tabela 7).

Tabela 7 – Características do Sistema de Filtragem

ECOMP	Sistema de Filtragem de Gás de Processo
Corumbá	<i>Scrubber</i>
Miranda	Filtro Vertical
Anastácio	Filtro Vertical
Campo Grande	<i>Scrubber</i>
Ribas do Rio Pardo	Filtro Vertical
Três Lagoas	Filtro Vertical
Mirandópolis	Filtro Vertical
Penápolis	<i>Scrubber</i>
Iacanga	Filtro Vertical
São Carlos	Filtro Vertical
Paulínia	<i>Scrubber</i>
Capão Bonito	<i>Scrubber</i>
Araucária	<i>Scrubber</i>
Biguaçu	<i>Scrubber</i>
Siderópolis	Ciclone

4.3.2.2 Resfriamento do gás de processo

As descargas das máquinas estão providas de um sistema dedicado de resfriamento do gás de processo para proteção do gasoduto contra temperaturas altas (tabela 8).

Tabela 8 – Características do Sistema de Resfriamento

ECOMP	Sistema de Resfriamento de Gás de Processo
Corumbá	<i>Air Cooler</i>
Miranda	<i>Air Cooler</i>
Anastácio	<i>Air Cooler</i>
Campo Grande	<i>Air Cooler</i>
Ribas do R Pardo	<i>Air Cooler</i>
Três Lagoas	<i>Air Cooler</i>
Mirandópolis	<i>Air Cooler</i>
Penápolis	<i>Air Cooler</i>
Iacanga	<i>Air Cooler</i>
São Carlos	<i>Air Cooler</i>
Paulínia	<i>Air Cooler</i>
Capão Bonito	<i>Air Cooler</i>
Araucária	<i>Air Cooler</i>
Biguaçu	<i>Air Cooler</i>
Siderópolis	<i>Air-cooler</i>

 TBG	CAT. :	MEMORIAL DESCRIPTIVO	Nº DOC.:	MD-5000-940-TOE-005	REV.:
	INSTALAÇÃO:	GASODUTO		FOLHA	31 de 51
	TÍTULO DO DOCUMENTO:	DESCRÍÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL			

4.3.2.3 Geração de energia elétrica

As ECOMPs estão equipadas com moto geradores para garantia de suprimento ininterrupto de energia, em caso de falha de suprimento das concessionárias. Nas ECOMPs onde a rede de energia elétrica não está disponível, a geração da ECOMP constitui fonte principal.

Os Geradores fornecem energia para as ECOMPs na tensão de 480 Volt e frequência de 60 Hz, exceto na ECOMP de Siderópolis cujos valores são 380 Volt e 60 Hz.

A seguir, indicação onde os geradores operam como fonte principal ou de emergência (tabela 9).

Tabela 9 – Características do Sistema de Geração de Energia Elétrica

ECOMP	Sistema de Geração de Energia Elétrica
Corumbá	Principal
Miranda	Principal
Anastácio	Principal
Campo Grande	Emergência
Ribas do R Pardo	Principal
Três Lagoas	Principal
Mirandópolis	Emergência
Penápolis	Emergência
Iacanga	Emergência
São Carlos	Emergência
Paulínia	Emergência
Capão Bonito	Emergência
Araucária	Emergência
Biguaçu	Emergência
Siderópolis	Emergência

Nas ECOMPs em que os geradores operam na situação de emergência, a fonte principal de energia é proveniente da concessionária e através de uma subestação o transformador de força reduz a tensão de fornecimento da concessionária para a tensão de 480 Volt que é a tensão de distribuição do sistema elétrico nas ECOMPs. Na ECOMP Siderópolis o transformador reduz a tensão para 380 Volt.

A tabela 10 relaciona as potências dos geradores e transformadores.

 TBG	CAT.:	MEMORIAL DESCRIPTIVO	Nº DOC.:	MD-5000-940-TOE-005	REV.:
	INSTALAÇÃO:	GASODUTO		FOLHA	32 de 51
	TÍTULO DO DOCUMENTO:	DESCRÍÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL			

Tabela 10 – Potências dos geradores e transformadores

ECOMP	Geradores (kW)	Transformadores (kVA)
Corumbá	3x 730	N/A
Miranda	3x750	N/A
Anastácio	3x730	N/A
Campo Grande	2x600	630
Ribas do R Pardo	3x730	N/A
Três Lagoas	3x750	N/A
Mirandópolis	2x1000	1000
Penápolis	2x600	630
Iacanga	2x1000	1000
São Carlos	1x520 e 1x835	1000
Paulínia	1x1000	1000
Capão Bonito	1x678 e 1x520	1000
Araucária	1x520	500
Biguaçu	1x520	500
Siderópolis	1x400	225

Em todas as ECOMPs, exceto Siderópolis, estão instaladas fontes de suprimento de energia denominadas UPS (Uninterruptible Power System) com a finalidade de manter a alimentação elétrica para as cargas essenciais quando da perda do fornecimento de energia por parte da concessionária e dos geradores.

Cada ECOMP possui duas unidades de UPS, funcionando uma reserva da outra, ambas recebendo alimentação na tensão de 480 Volt e fornecendo energia na tensão de 120 Volt em corrente alternada. Cada unidade UPS é constituída dos seguintes componentes principais: retificador/carregador de bateria, bateria de acumuladores, inversor cc/ca e painel de distribuição em 120 Volt.

Na ECOMP Siderópolis está instalado um retificador de 380V para 24Vcc para alimentar as cargas essenciais.

4.3.2.4 Geração e distribuição de ar comprimido

As ECOMPs do trecho norte e a ECOMP Capão Bonito estão equipadas com sistemas de geração e distribuição de ar comprimido para alimentação dos selos secos, válvulas *anti-surge*, sucção, carregamento e descarga dos compressores centrífugos.

No trecho sul, com exceção da ECOMP Capão Bonito, a operação das válvulas de admissão e descarga de gás de processo, sucção, carregamento e descarga dos compressores utilizam ar comprimido para atuação.

Os compressores são do tipo alternativo, pressão de descarga 9,0 barg. A tabela 11 apresenta os tipos de secadores utilizados.

 TBG	CAT. :	MEMORIAL DESCRIPTIVO	Nº DOC.:	MD-5000-940-TOE-005	REV.:
	INSTALAÇÃO:	GASODUTO		FOLHA	33 de 51
	TÍTULO DO DOCUMENTO:	DESCRÍÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL			

Tabela 11 – Características do Sistema de Secagem

ECOMP	Sistema de Secagem	Características
Corumbá	Refrigeração	Atlas-Copco
Miranda	Refrigeração	Atlas-Copco
Anastácio	Refrigeração	Atlas-Copco
Campo Grande	Adsorção	Atlas-Copco
Ribas do R Pardo	Refrigeração	Atlas-Copco
Três Lagoas	Refrigeração	Atlas-Copco
Mirandópolis	Refrigeração	Atlas-Copco
Penápolis	Adsorção	Atlas-Copco
Iacanga	Refrigeração	Atlas-Copco
São Carlos	Refrigeração	Atlas-Copco
Paulínia	Refrigeração + Adsorção	Atlas-Copco
Capão Bonito	Refrigeração + Adsorção	Atlas-Copco
Araucária	Adsorção	Atlas-Copco
Biguaçu	Adsorção	Atlas-Copco
Siderópolis	Adsorção	Atlas-Copco

4.3.2.5 Gás Combustível e de Partida

Os sistemas de gás combustível das ECOMPs estão providos de filtração, aquecimento e redução de pressão para os níveis requeridos pelos sistemas das máquinas. A tabela 12 apresenta as características dos sistemas.

Tabela 12 – Características do Sistema de Partida

ECOMP	Aquecimento	Sistema de Partida	Características
Corumbá	Banho d'água	Pneumático	TURBO_COMPRESSOR
Miranda	Banho d'água	Pneumático	TURBO_COMPRESSOR
Anastácio	Banho d'água	Pneumático	TURBO_COMPRESSOR
Campo Grande	Trocador de calor com água quente	Pneumático	TURBO_COMPRESSOR
Ribas do R Pardo	Banho d'água	Pneumático	TURBO_COMPRESSOR
Três Lagoas	Banho d'água	Pneumático	TURBO_COMPRESSOR
Mirandópolis	Banho d'água	Pneumático	TURBO_COMPRESSOR
Penápolis	Trocador de calor com água quente	Pneumático	TURBO_COMPRESSOR
Iacanga	Banho d'água	Pneumático	TURBO_COMPRESSOR
São Carlos	Banho d'água	Pneumático	TURBO_COMPRESSOR
Paulínia	Banho d'água	Elétrico	TURBO_COMPRESSOR
Capão Bonito	Banho d'água	Elétrico	TURBO_COMPRESSOR
Araucária	Elétrico	Pneumático	MOTO_COMPRESSOR
Biguaçu	Elétrico	Pneumático	MOTO_COMPRESSOR
Siderópolis	Não aplicável	Pneumático	MOTO_COMPRESSOR

4.3.2.6 Sistema de óleo lubrificante dos turbocompressores

Cada unidade de compressão tem um sistema de óleo lubrificante comum para o compressor e a turbina a gás. O sistema possui uma bomba principal – *shaft pump*, uma bomba auxiliar AC *pre-post pump* e uma bomba de emergência DC *pump*, equipamentos de filtração e armazenamento de L.O na base do *skid*, e todos os instrumentos e proteções de segurança recomendados pelo API.

 TBG	CAT. :	MEMORIAL DESCRIPTIVO	Nº DOC.:	MD-5000-940-TOE-005	REV.:
	INSTALAÇÃO:	GASODUTO		FOLHA	34 de 51
	TÍTULO DO DOCUMENTO:	DESCRÍÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL			

4.3.2.7 Selagem de compressores

Os compressores centrífugos são dotados de selos mecânicos secos fabricação Durametallic ou John Crane, e utilizam gás buffer e ar de separação para evitar contaminação de óleo.

4.3.2.8 Hood da turbina

As turbinas estão montadas em container, *hood* provido de isolamento termoacústico, filtro de entrada de ar, e abafador de ruído na saída de ar de escape e sistema detecção de fogo e gás.

4.3.2.9 Detecção de fogo e gás

Os sistemas de detecção de fogo e gás das turbinas estão projetados com disparo automático de CO2 para abafamento de sinistros, supervisionado por módulos dedicados instalados nos painéis das máquinas na sala de controle.

As ECOMPs, com exceção da ECOMP Siderópolis, estão equipadas com sistema extintor automático FM 200, projetado com disparo automático para abafamento dos sinistros no Porão de Cabos e Sala de Controle.

Em adição aos pontos supracitados as ECOMPs estão equipadas com detectores de gás nos seguintes pontos: Duto de captação de ar da Casa de Controle (VAC), *vent* dos aquecedores, *hood* dos geradores e linhas de *vent* secundário dos selos dos compressores.

A ECOMP Siderópolis possui detectores de gás e fogo e extintores portáteis, com sinalização na ELOS/SCADA e CSC.

4.3.2.10 Detecção de fumaça

As ECOMPs estão equipadas com detecção de fumaça na casa de controle para proteção da planta.

4.3.2.11 Chaminés das ilhas de compressão

As referidas chaminés têm como função executar a disposição final do gás de partida e do volume contido na ilha em caso de *trip* de emergência ou em parada normal após 72 h.

4.3.2.12 Chaminés de blowdown

As chaminés de *blowdown* estão instaladas na sucção e na descarga da ECOMP e são atuadas em caso de ABANDONO da planta. Na ECOMP Siderópolis há uma chaminé para atendimento a toda planta.

4.3.2.13 Água

A água necessária é provida por meios das próprias estações de compressão. Estas são dotadas de poço, bomba e caixa d'água.

 TBG	CAT. :	MEMORIAL DESCRIPTIVO	Nº DOC.:	MD-5000-940-TOE-005	REV.:
	INSTALAÇÃO:	GASODUTO		FOLHA	35 de 51
	TÍTULO DO DOCUMENTO:	DESCRÍÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL			

4.4. Operação das estações de compressão

As estações de compressão operam sem intervenção humana direta, com exceção da ECOMP Siderópolis. As variáveis medidas e as variáveis de estado são transmitidas a CSC. Os comandos de partida e parada de unidades de compressão são feitos a partir da CSC, ou localmente na estação (ELOS), se necessário.

Os comandos de partida e parada de unidades de compressão possuem rampas acionadas a partir desses comandos, precedidas ou acompanhadas de alarmes e/ou avisos.

A parada por causas anormais nas unidades de compressão é iniciada pelo sistema de controle e proteção de cada unidade de compressão.

5. DESCRIÇÃO DAS ESTAÇÕES DE MEDIÇÃO (EMED)

A medição de volume para transferência de custódia do Gás Natural transportado no Gasoduto Bolívia Brasil, lado brasileiro, é realizada nas Estações de Medição e Pontos de Entrega através de medidores primários de vazão tipo turbina e/ou tipo ultrassônico.

As Estações de Medição são:

- Estação de Medição de Mutun/Corumbá (fronteira com a Bolívia);
- Estação de Medição GASCAR;
- Estação de Medição GASPAJ;

5.1. Estação de Medição Mutun / Corumbá

A Estação de Medição de Mutun está situada do lado Boliviano, sendo sua operacionalidade de responsabilidade da GTB.

A Estação de Medição de Corumbá, lado brasileiro, é de responsabilidade da TBG, porém seus componentes ficam instalados fisicamente na área da Estação de Medição de Mutun da GTB (lado boliviano).

É uma unidade funcional do gasoduto Bolívia-Brasil, seus dados não são usados para transferência de custódia. Os pontos de medição de todas as variáveis de processo são os mesmos da EMED Mutun. Sendo assim, os dados de medição de vazão da EMED Corumbá e EMED Mutun são semelhantes, variando somente de acordo com os erros dos instrumentos instalados na Estação.

Os instrumentos que constituem esta EMED são transmissores de pressão e temperatura, computadores de vazão, PLC e elementos do Sistema SCADA e Sistema de Telecomunicações.

 TBG	CAT. :	MEMORIAL DESCRIPTIVO	Nº DOC.:	MD-5000-940-TOE-005	REV.:
	INSTALAÇÃO:	GASODUTO		FOLHA	36 de 51
	TÍTULO DO DOCUMENTO:	DESCRÍÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL			

Os dados de vazão instantânea são replicados dos medidores de vazão tipo ultrassônico da EMED Mutun, de responsabilidade da GTB.

Todos os dados operacionais são transmitidos diretamente ao CSC no Rio de Janeiro.

5.2. Estação de Medição GASCAR

A Estação de Medição GASCAR está instalada na área da refinaria Alberto Pascoalin da Petrobrás, de modo a atender o Gasoduto Campinas-Rio, em Paulínia, onde o gás é transferido para a custódia da NTS.

A Estação de Medição GASCAR tem a função de medir a vazão e o volume de gás natural transferido do gasoduto Bolívia-Brasil para o Gasoduto Campinas-Rio. Ver o fluxograma de engenharia, desenho I-DE-3340-944-IEV-001 – *Piping and Instrument Diagram*.

A Estação de Medição GASCAR é composta de 2 tramos de medição de 20 polegadas cada, ficando 1 em operação e outro permanecendo como reserva.

Os medidores de vazão (elementos primários) desta estação são do tipo ultrassônico. A capacidade normal de medição da estação é de 25 milhões de normais metros cúbicos por dia (20 °C e 1 atm).

Esta Estação de Medição permite inversão do fluxo, para recebimento de gás proveniente do gasoduto Campinas-Rio, rede da NTS, com manobras de válvulas e poderá ter sua medição realizada por estes mesmos medidores, que possuem a característica da bidirecionalidade.

Esta Estação de Medição foi projetada conforme a norma AGA 9, com determinação do fator de compressibilidade pelo AGA 8.

5.3. Estação de Medição GASPAJ

A Estação de Medição GASPAJ está instalada na área da refinaria REPLAN da Petrobrás, de modo a atender o gasoduto Campinas-Jacutinga, em Paulínia, onde o gás é transferido para a custódia da NTS.

A Estação de Medição GASPAJ tem a função de medir a vazão e o volume de gás natural transferido do gasoduto Bolívia-Brasil para o Gasoduto Campinas-Jacutinga. Ver o fluxograma de engenharia, desenho DE-3342-944-TOE-001 – Fluxograma de Engenharia.

A Estação de Medição GASPAJ é composta de 2 tramos de medição de 06 polegadas cada, ficando 1 em operação e outro permanecendo como reserva.

Os medidores de vazão (elementos primários) desta estação são do tipo ultrassônico. A capacidade normal de medição de cada tramo é de 1,2 milhões de normais metros cúbicos por dia (20 °C e 1 atm).

 TBG	CAT.:	MEMORIAL DESCRIPTIVO	Nº DOC.:	MD-5000-940-TOE-005	REV.:
	INSTALAÇÃO:	GASODUTO		FOLHA	37 de 51
	TÍTULO DO DOCUMENTO:	DESCRÍÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL			

Esta Estação de Medição foi projetada conforme a norma AGA 9, com determinação do fator de compressibilidade pelo AGA 8.

5.4. Estação de Medição de Guararema

A Estação de Medição de Guararema tem a função de medir a vazão e o volume de gás natural transferido do gasoduto Bolívia-Brasil à rede da NTS.

Ver o fluxograma de engenharia, desenho I-DE-4600.92-6200-944-PEI-001, *Paulínia-Guararema Gás Pipeline, Metering & Pressure Control Station – Guararema, P&I Diagram*.

A Estação de Medição de Guararema é composta de 6 tramos de medição em operação e mais 1 tramo de reserva (máster no processo de comparação dos medidores de vazão). Os elementos primários de medição de vazão desta estação são do tipo turbina. A capacidade máxima de medição de cada tramo é de 2,5 milhões de metros cúbicos normais por dia (20 °C e 1 atm). A inversão do fluxo medido poderá ser feita com manobras de válvulas comandadas manualmente. Um filtro ciclone a montante da estação de medição retém partículas trazidas pela corrente de gás.

A Estação de Medição de Guararema também é composta de uma estação de redução e controle de pressão, com operação pela TRANSPETRO, para regular a pressão do gás natural transferido do gasoduto Bolívia-Brasil à rede TRANSPETRO - Terminal de Guararema da Petrobrás (Seção Volta Redonda-Guararema do Gasoduto Rio-São Paulo-GASPAL), composta de 4 tramos de válvulas em operação e mais 1 de reserva, instaladas em paralelo e operadas por rede do SCADA. A capacidade máxima de vazão com pressão controlada é de 15,0 milhões de metros cúbicos por dia.

Cada tramo de medição possui um filtro a montante.

Esta Estação de Medição foi projetada conforme a norma AGA 7, com determinação do fator de compressibilidade pelo AGA 8.

Os transmissores de pressão e temperatura de cada tramo de medição transmite seus dados a computadores de vazão, e destes computadores ao CLP do SCADA.

A energia elétrica necessária à Estação de Medição e Controle de Pressão de Guararema é provida pelo Terminal de Guararema da Petrobrás.

6. DESCRIÇÃO DO PONTO DE ENTRADA GARUVA

O Ponto de Entrada de Garuva, está situada no município de GARUVA, SC e é de responsabilidade da TBG, porém seus componentes ficam instalados fisicamente na área sob responsabilidade da NFE – New Fortress. Ver o

 TBG	CAT.:	MEMORIAL DESCRIPTIVO	Nº DOC.:	MD-5000-940-TOE-005	REV.:
	INSTALAÇÃO:	GASODUTO		FOLHA	38 de 51
	TÍTULO DO DOCUMENTO:	DESCRÍÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL			

fluxograma de engenharia, desenho I-DE-4354-944-ENP-001 – *Piping and Instrument Diagram*.

O ponto de Entrada Garuva tem a função de garantir o recebimento de gás da Estação de Condicionamento de Gás (ECG) do Gasoduto Itapoá – Garuva. A medição é realizada na Estação de Condicionamento de Gás (ECG) de propriedade da NFE e os dados e sinais operacionais são enviados para a TBG, via protocolo MODBUS/TCP.

O Ponto de Entrada é composto de válvulas de controle de vazão, transmissores de pressão, computadores de vazão, PLC e elementos do sistema SCADA e sistema de telecomunicações em 2 tramos de medição de 16 polegadas, tubulação da NFE, no limite de Bateria com a TBG, onde é interligada a um trecho de tubulação de 18 polegadas até a conexão no duto de 20 polegadas (GASBOL).

7. DESCRIÇÃO DOS PONTOS DE ENTREGA (PE)

Os Pontos de Entrega são instalações cujas finalidades são o condicionamento do gás natural para medição e transferência a consumidores e distribuidores.

7.1. Aspectos Gerais

Os Pontos de Entrega recebem o gás natural transportado pelo gasoduto Bolívia-Brasil em condições variáveis de pressão e temperatura, porém em pressão sempre superior à pressão de entrega para consumo ou distribuição. Para medição e transferência o gás natural deve ser posto em condições combinadas nos contratos, condições essas que impõem pressão e temperatura estabilizadas. No gás natural, a redução de pressão é acompanhada de redução proporcional de temperatura. Os Pontos de Entrega são equipados para condicionar o gás natural e medi-lo para entrega nas condições combinadas.

A variada gama de vazão em cada um dos Pontos de Entrega levou a criação de uma família de tipos de Pontos de Entrega, tipos I a VI, cada tipo para condicionar uma faixa de vazão de gás natural, de modo a padronizar e limitar o número de diferentes Pontos de Entrega.

A faixa de vazão de cada um dos Pontos de Entrega indicada na tabela 13:

Tabela 13 – Tipos de Pontos de Entrega por faixa de vazão

Pontos de Entrega Tipo	Vazão (m³/dia a 1 atm e 20°C)	
	Mínima	Máxima
I	4.500	112.000
II	13.600	255.000
II modificado	23.200	432.500
III	23.200	432.500
IV	39.600	990.000
V	96.000	1.800.000
V modificado	96.000	2.500.000
VI	192.000	3.600.000

 TBG	CAT. :	MEMORIAL DESCRIPTIVO	Nº DOC.:	MD-5000-940-TOE-005	REV.:	K
	INSTALAÇÃO:	GASODUTO				FOLHA 39 de 51
	TÍTULO DO DOCUMENTO:	DESCRICAÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL				

As pressões de entrega nominais contratuais por trecho são:

- Corumbá-Paulínia – 35 kgf/cm²
- Paulínia-Guararema – 35 kgf/cm²
- Paulínia-Siderópolis – 35 kgf/cm²
- Siderópolis-Canoas – 24 kgf/cm²

Notas: Pressão nominal de entrega à jusante do Ponto de Entrega;

Para efeito de penalidades contratuais, a pressão mínima de entrega é 10% inferior às pressões nominais informadas acima;

Os valores de pressão considerados como condição de contorno na simulação são os valores nominais.

Os tramos de medição de vazão dos Pontos de Entrega foram projetados segundo as normas AGA 7 (medidores de vazão tipo turbina) ou AGA 9 (medidores de vazão tipo ultrassônico) com determinação do fator de compressibilidade pela AGA 8.

7.2. Pontos de Entrega Tipos I a V

Os Pontos de Entrega tipos I a V são compostos de 1 filtro ciclone, 2 filtros cartucho, 2 aquecedores em linha a banho d'água, 2 tramos de controle de pressão e 2 tramos de medição, mais controle de temperatura do gás natural.

7.3. Pontos de Entrega Tipo VI

Os Pontos de Entrega tipo VI são compostos de 1 filtro ciclone, 2 filtros cartucho, 2 aquecedores em linha a banho d'água, 2 tramos de controle de pressão e 3 tramos de medição (com medidores tipo turbina) ou 2 tramos de medição (com medidores tipo ultrassônico), mais controle de temperatura do gás natural.

7.4. Lista de Pontos de Entrega e Tipos

Tabela 14 – Relação de Pontos de Entrega por tipo

TRECHO	ESTADO	PONTO DE ENTREGAS	TIPO	KM
NORTE	MS	Corumbá	IV	27.7
	MS	Campo Grande	V	394.1
	MS	UTE Três Lagoas	VI	703.5
	MS	UFN III	VI	703.5
	SP	Valparaíso	II	809.8
	SP	Bilac	III	857.4
	SP	Guaiçara	IV	932.6
	SP	Iacanga	IV	1018.4
	SP	Ibitinga	IV	1039.3
	SP	Boa Esperança do Sul	V	1095.8
	SP	São Carlos	IV	1150.8

 TBG	CAT.:	MEMORIAL DESCRIPTIVO	Nº DOC.:	MD-5000-940-TOE-005	REV.:
	INSTALAÇÃO:	GASODUTO		FOLHA	40 de 51
	TÍTULO DO DOCUMENTO:	DESCRÍÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL			

SUL	SP	Itirapina	I	1168.2
	SP	Rio Claro	V	1204.4
	SP	Limeira	V	1223.3
	SP	Americana	V	1245.4
	SP	REPLAN	VI	9.1
	SEÇÃO PAULÍNIA-GUARAREMA			
	SP	Jaguariúna	VI	9.1
	SP	Itatiba	V	48.9
	SP	Guararema	V	138.9
	SEÇÃO PAULÍNIA-ARAUCÁRIA			
	SP	Gemini	IV	2.0
	SP	Sumaré	IV	16.0
	SP	Campinas	V	28.7
	SP	Indaiatuba	III	49.9
	SP	Itú	VI	68.7
	SP	Porto Feliz	V	85.0
	SP	Araçoiaba da Serra	III	110.2
	SP	Itapetininga	IV	155.3
	PR	Campo Largo	III	456.6
	PR	Araucária CIC	V	475.5
	PR	Araucária UTE	V-M	477.5
	PR	REPAR	VI	477.5
SEÇÃO ARAUCÁRIA-BIGUAÇU				
SC	Joinville	II	583.2	
SC	Guaramirim	IV	613.8	
SC	Gaspar	IV	669.4	
SC	Brusque	II	692.3	
SC	Tijucas	II-M	727.7	
SEÇÃO BIGUAÇU-SIDERÓPOLIS				
SC	São Pedro de Alcântara	III	767.2	
SC	Tubarão	II	894.6	
SC	Urussanga	III	925.5	
SC	Nova Veneza	II-M	947.7	
SEÇÃO SIDERÓPOLIS-CANOAS				
RS	Várzea do Cedro	III	1077.9	
RS	Igrejinha	I	1138.4	
RS	Aracicá	II-M	1155.3	
RS	Cachoeirinha	IV	1184.2	
RS	Canoas	V	1189.7	
RS	UTE Canoas	VI	1189.7	
RS	REFAP	IV	1189.7	

Nota: Os Pontos de Entrega REPAR, REPLAN e Três Lagoas UFN III tipo VI utilizam medidores de vazão tipo ultrassônico, as demais medidores de vazão tipo turbina.

 TBG	CAT. :	MEMORIAL DESCRIPTIVO	Nº DOC.:	MD-5000-940-TOE-005	REV.:
	INSTALAÇÃO:	GASODUTO		FOLHA	41 de 51
	TÍTULO DO DOCUMENTO:	DESCRÍÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL			

7.5. Operação dos Pontos de Entrega

Os Pontos de Entrega são dimensionados para operar em condições variáveis de pressão e temperatura de entrada e vazão de gás natural e entregar o gás a pressão e temperatura de saída constantes.

O gás natural é extraído de linha tronco através de derivação de entrada para o Ponto de Entrega.

O gás passa por filtro ciclone com acumulador de sólidos e líquidos e é conduzido para os filtros a montante dos aquecedores. Os dois conjuntos de filtros, válvulas de controle de temperatura de 3 vias e aquecedores operam em paralelo e em tandem. O gás natural passa pela válvula de controle de temperatura de 3 vias, sendo a fração a aquecer desviada para o aquecedor. O aquecedor a banho de água funciona a temperatura constante, na faixa de 48 a 85°C. O gás desviado para o aquecedor é aquecido no máximo até essa temperatura. À saída do aquecedor, o gás natural aquecido é misturado com o gás não aquecido, resultando a mistura em temperatura dada pelo balanço de massa e energia das duas correntes. O sinal de controle vem do controlador de temperatura cuja variável medida é a temperatura do gás natural à saída do Ponto de Entrega. A corrente de gás misturada entra a seguir nos tramos de controle de pressão, onde esta é reduzida para a condição de entrega, a temperatura cai proporcionalmente à pressão. A ordem de queda de temperatura é de 11°C por 20 kgf/cm². Ao sair desta, a corrente de gás passa pelos tramos de medição e daí sai do Ponto de Entrega. Para maiores detalhes, consultar a documentação de cada Ponto de Entrega.

Os Pontos de Entrega operam sem intervenção humana direta. As medições e variáveis de estado são transmitidas a CSC.

Todos os PE's são eletrificados, utilizando a rede elétrica da concessionária local. A energia elétrica é utilizada para alimentar a remota, as tomadas de manutenção e a iluminação do abrigo.

8. DESCRIÇÃO DE OUTRAS ESTAÇÕES

8.1. Estação de Redução de Pressão (ERP)

Ao longo do gasoduto existem duas estações de redução de pressão, sendo uma em Paulínia-SP e outra em Araucária-PR, elas controlam a pressão do gás nos pontos em que o gasoduto muda de pressão de projeto. Até estes pontos, o gasoduto possui uma pressão máxima admissível de operação (MAOP) de 100kgf/cm²; a partir destes pontos, a MAOP é de 75 kgf/cm² nos trechos Paulínia-Guararema e Araucária-Canoas.

A Estação de Redução de pressão Paulínia, trecho Paulínia-Guararema, está instalada na área dos lançadores/recebedores junto a REPLAN e é composta de um filtro ciclone e a jusante deste existem 3 tramos de operação e 2 tramos de reserva. Cada um dos tramos é composto de filtro cartucho, uma válvula de

 TBG	CAT.:	MEMORIAL DESCRIPTIVO	Nº DOC.:	MD-5000-940-TOE-005	REV.:
	INSTALAÇÃO:	GASODUTO		FOLHA	42 de 51
	TÍTULO DO DOCUMENTO:	DESCRÍÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL			

bloqueio de segurança, uma válvula reguladora de pressão e uma válvula de alívio.

A Estação de Redução de Pressão de Araucária está instalada na área dos lançadores/recebedores junto à Estação de Compressão de Araucária e é composta de um filtro ciclone e, a jusante deste, 1 tramo de operação mais 1 tramo de reserva. Cada um dos tramos é composto de filtro cartucho, uma válvula de bloqueio de segurança, uma válvula reguladora de pressão e uma válvula de alívio.

8.2. Estação de Medição Operacional (EMOP)

As Estações de Medição Operacional são compostas de informações operacionais e lançadores e/ou recebedores de PIG.

A jusante da Estação de Medição de Mutun está instalada a EMOP Corumbá e em Canoas estão localizados os PE e EMOP Canoas.

Nota: Inicialmente existiam EMOPs em Miranda, Campo Grande, Três Lagoas, Penápolis, São Carlos, Paulínia, no “trecho norte” e em Capão Bonito, Araucária, Biguaçu e Siderópolis no “trecho sul”. Na ocasião da construção das ECOMPs, estas EMOPs foram incorporadas às mesmas.

8.3. Área de Válvulas de Paulínia (HUB Paulínia)

Neste Hub, se interligam os gasodutos Paulínia-Jacutinga (GASPAJ), Campinas-Rio (GASCAR), os Trechos Sul, Norte e Paulínia-Guararema do gasoduto Bolívia-Brasil (GASBOL), bem como o Ponto de Entrega para a refinaria da REPLAN e os ramais de entrada e saída da Estação de Compressão de Paulínia.

Através do *HUB*, o gás boliviano movimentado no Trecho Norte do Gasoduto gasoduto Bolívia-Brasil é enviado para os Trechos Sul e Paulínia-Guararema e para os gasodutos Paulínia-Jacutinga e GASCAR. Além disso, o *HUB* pode receber o gás efluente das Bacias de Campos e Espírito Santo e GNL efluente da Baía de Guanabara através da inversão de fluxo do gasoduto GASCAR.

A configuração do *HUB* permite o recebimento de gás oriundo da ECOMP de São Carlos, da EMED GASCAR, do trecho Sul e do Paulínia - Guararema. Ainda, com a operação da estação de compressão de Paulínia, é possível comprimir o gás para todas estas direções.

A estação possui um sistema de redução de pressão, com redundância e ajustado em aproximadamente 8,0 kgf/cm², para o suprimento de gás dos atuadores das válvulas. Este sistema é composto de um filtro tipo cartucho, uma válvula *shut-off* e uma válvula de redução de pressão.

 TBG	CAT. :	MEMORIAL DESCRIPTIVO	Nº DOC.:	MD-5000-940-TOE-005	REV.:
	INSTALAÇÃO:	GASODUTO		FOLHA	43 de 51
	TÍTULO DO DOCUMENTO:	DESCRICAÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL			

Todo o controle do *HUB* está localizado no PLC de utilidades da ECOMP de Paulínia. Na área do *HUB* existe apenas uma RTU para transferência das informações do *HUB* para o PLC de utilidades da ECOMP de Paulínia.

A estação é suprida com energia elétrica proveniente da ECOMP de Paulínia. Caso ocorra queda de energia da concessionária e gerador, causando *blackout* confirmado da estação de compressão de Paulínia, o banco de baterias alimentará o PLC de utilidades por até 6 horas.

8.4. Sistema de Cromatografia

O uso de cromatógrafos a gás em linha tem a finalidade de determinar a composição química do gás natural proveniente do gasoduto, de forma automática e desassistida.

A partir da composição do gás, é realizada a determinação do poder calorífico superior (PCS) com base no método ISO 6976, ou norma que venha a substituí-la, e posterior energização dos volumes medidos nos pontos de interconexão e entrega.

8.4.1. Cromatógrafo de Paulínia

O sistema de cromatografia instalado na área de Válvulas de Paulínia (*HUB* Paulínia) possui capacidade de análise de até C6+ e realiza análise automática (on-line) do gás natural, intercalando calibração com gás padrão primário e possui tempo de análise inferior a quatro minutos por corrente. O sistema comporta até 4 pontos de amostragem, que são compartilhados entre os dois cromatógrafos instalados (Hidrocarbonetos e Contaminantes).

O Sistema de Cromatografia é composto de:

- 01 Cromatógrafo para medição de Hidrocarbonetos, Fabricante Emerson Process, modelo Daniel 500, controlador modelo 2350A e 01 analisador de Ponto de Orvalho da H2O, fabricante AMETEK, modelo 3050 OLV.
- 01 Cromatógrafo para medição de Contaminantes Sulfurosos, Fabricante Emerson Process, modelo Daniel 570 com módulo FPD e controlador modelo 2350A.

A comunicação com o Sistema de Supervisão e Controle da TBG (SCADA) é feita através do protocolo de comunicação MODBUS/TCP, sendo o Controlador Lógico Programável (CLP) da EMED GASCAR o mestre e os controladores de ambos os Cromatógrafos os escravos.

 TBG	CAT. :	MEMORIAL DESCRIPTIVO	Nº DOC.:	MD-5000-940-TOE-005	REV.:
	INSTALAÇÃO:	GASODUTO			FOLHA 44 de 51
	TÍTULO DO DOCUMENTO:	DESCRÍÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL			

8.4.2. Cromatógrafo de Araucária

O sistema de cromatografia instalado na área da ECOMP Araucária, realiza análise automática em linha (on-line) de gás natural, intercalando calibração com gás padrão primário e tempo de análise inferior a quatro minutos por corrente. O sistema possui 01 ponto de amostragem, situado na entrada da ECOMP ARAUCÁRIA.

O Sistema de Cromatografia é composto de:

- 01 cromatógrafo para medição de hidrocarbonetos, fabricante Emerson, modelo Daniel 500, controlador modelo 2350A e 01 analisador de ponto de orvalho da H₂O, fabricante AMI, modelo 4010BR (TECNOLOGIA TDLS);
- 01 sonda de amostragem, cilindros de gás de arraste e calibração, comutadoras e transmissores de pressão para os cilindros de gás.

A comunicação com o Sistema de Supervisão e Controle da TBG (SCADA) é feito através do protocolo de comunicação MODBUS/TCP, do Controlador Lógico Programável (CLP), instalado para o Sistema de Cromatografia, na sala de controle da ECOMP Araucária, sendo o mestre e o controlador do Cromatógrafo o escravo.

9. DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE SUPERVISÃO, CONTROLE E AQUISIÇÃO DE DADOS (SCADA)

9.1. Aspectos Gerais

O Sistema SCADA do gasoduto Bolívia-Brasil é composto por um conjunto de softwares sendo executados em computadores e servidores com sistema operacional Windows.

O SCADA responde pela aquisição de dados e interface operacional de todas as instalações do gasoduto. Em cada estação a interface é feita por Controladores Lógico Programáveis (CLP) instalados nas estações. Os CLPs coletam dos equipamentos, unidades e sistemas das estações as variáveis medidas e as variáveis de estado e as mesmas são aquisitadas pelos Servidores de Base de Dados de Tempo Real na CSC. Além de realizar a aquisição de dados dos CLPs, esses servidores também transmitem os comandos aos CLPs das estações, que por sua vez interagem com os equipamentos, unidades e sistemas de estações. Os dados (variáveis e comandos) trocados entre a CSC e os CLPs são transmitidos pelo Sistema de Comunicação.

A operação do gasoduto Bolívia-Brasil é conduzida por uma empresa brasileira (TBG) e uma boliviana (GTB), respondendo cada qual pelo trecho do gasoduto localizado no respectivo país.

 TBG	CAT. :	MEMORIAL DESCRIPTIVO	Nº DOC.:	MD-5000-940-TOE-005	REV.:	K
	INSTALAÇÃO:	GASODUTO			FOLHA	45 de 51
	TÍTULO DO DOCUMENTO:	DESCRICAÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL				

O SCADA do lado brasileiro troca informações com o SCADA do lado boliviano através das respectivas CSCs através da internet.

9.1.1. Composição do SCADA do gasoduto (lado brasileiro)

O SCADA é composto de:

- Central de Supervisão e Controle (CSC);
- Estações Remotas das EMED, em número de 4;
- Estações Remotas das EMOP, em número de 2;
- Estações Remotas dos Pontos de Entrega;
- Estações Remotas dos Retificadores de Proteção Catódica.

9.1.2. Central de Supervisão e Controle (CSC)

A CSC é composta funcionalmente de:

- Servidores de Base de Dados em Tempo Real (BDREAL) redundantes;
- Servidores de Base de Dados Históricos (BDHIST) redundantes;
- Estações de Operação (IHM);
- Estações de Manutenção (EMAN);
- Estações de Engenharia (ENG);
- Servidor de Funções Avançadas (ATMOS);
- Computadores Corporativos para execução de softwares para tarefas administrativas;
- Firewalls, Roteadores e Switches de rede redundantes;
- Sistema de telecomunicações com Links terrestres e satelitais redundantes.

A CSC funciona em regime contínuo, 24 horas por dia, todos os dias do ano, recebendo e processando os dados relativos a todas as instalações do gasoduto Bolívia-Brasil, sendo suas principais funcionalidades as seguintes:

- Comunicação com todos os dispositivos finais de interface com o campo;
- Indicação do valor das variações contínuas de processo tais como vazão, pressão e temperatura;
- Indicação de variáveis discretas de processo tais como válvula aberta/fechada e equipamento ligado/desligado;
- Envio de comandos para ligar/desligar equipamentos.

 TBG	CAT. :	MEMORIAL DESCRIPTIVO	Nº DOC.:	MD-5000-940-TOE-005	REV.:
	INSTALAÇÃO:	GASODUTO			FOLHA 46 de 51
	TÍTULO DO DOCUMENTO:	DESCRÍÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL			

9.1.3. Estação Local de Operação e Supervisão (ELOS)

Em cada estação de compressão (ECOMP) há duas Estações Locais de Operação e Supervisão (ELOS) redundantes, através das quais podem ser visualizadas e operadas as respectivas estações de compressão.

9.1.4. Estação de Manutenção (EMAN)

São computadores utilizados para a visualização das informações do SCADA, localizadas na sede do Rio de Janeiro, para acesso operacional e de manutenção, para realização de atividades de apoio à operação, sem que seja possível interferir na operação através do envio de comandos ou alteração de variáveis.

9.1.5. Remotas das Estações de Medição (EMED)

CLPs que aquisitam os dados das estações de transferência de custódia de/para outras transportadoras e os transferem para a CSC:

- Estação de Medição de Mutun/Corumbá (fronteira com a Bolívia);
- Estação de Medição GASCAR (para o Gasoduto Campinas-Rio);
- Estação de Medição de GASPAJ (para o Gasoduto Paulínia-Jacutinga);
- Estação de Medição de Guararema.

9.1.6. Remotas das Estações de Medição Operacional (EMOP)

Remotas das 2 Estações de Medição Operacional (EMOP) isoladas na parte brasileira do gasoduto Bolívia-Brasil, localizadas em Corumbá e Canoas, nas interligações com canhões lançadores/recebedores de “PIG”, com CLP que aquisitam os dados e os transferem para a CSC.

9.1.7. Remotas dos Pontos de Entrega (PE)

Cada remota de Ponto de Entrega é responsável pela aquisição de dados da respectiva estação e pela interação com a CSC.

9.1.8. Remotas dos Retificadores de Proteção Catódica

Cada remota é responsável pela aquisição dos dados do retificador (tensões e correntes de entrada e saída, potencial tubo-solo, etc) e envio para a CSC.

9.2. Instalações e Equipamentos do SCADA

9.2.1. Cada uma das Estações de Compressão possui:

- Duas Estações de Supervisão de Controle (ELOS) redundantes
- Firewalls e Switches de rede redundantes

 TBG	CAT. :	MEMORIAL DESCRIPTIVO	Nº DOC.:	MD-5000-940-TOE-005	REV.:	K
	INSTALAÇÃO:	GASODUTO			FOLHA	47 de 51
	TÍTULO DO DOCUMENTO:	DESCRÍÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL				

- Link terrestre e via satélite VSAT para comunicação com a CSC

9.2.2. Cada Ponto de Entrega ou Estação de Medição possui:

- Controladores Lógicos Programáveis (CLP)
- Computadores de Vazão
- Alimentação elétrica de concessionária com banco de baterias
- Link via satélite VSAT para comunicação com a CSC

9.2.3. Cada remota de retificador de proteção catódica possui:

- Controlador Lógico Programável (CLP)
- Alimentação elétrica de concessionária com banco de baterias
- Link via satélite VSAT para comunicação com a CSC

10. DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE PROTEÇÃO CATÓDICA

10.1. Implantação do sistema de proteção catódica

O sistema de proteção catódica por corrente impressa instalado para todos os trechos enterrados do gasoduto tem por objetivo prover proteção contra corrosão externa. Este sistema foi projetado visando aplicar ao duto um potencial, em relação ao solo, igual ou mais negativo que - 0,85 volts, referido ao eletrodo de cobre-sulfato de cobre.

Nos trechos de faixa de compartilhada, os dutos são interligados e o sistema de proteção catódica é operado pela Transpetro que possuía o sistema antes da construção do gasoduto Bolívia-Brasil. Esta situação ocorre na seção Paulínia – Guararema e parcialmente na seção Araucária – Biguaçu.

10.2. Equipamentos e instalações do sistema de proteção catódica

O sistema de proteção catódica é dotado dos equipamentos e instalações descritos a seguir:

- Retificadores manuais refrigerados a ar, tipicamente 80 V-30 A.
- Leitos formados tipicamente por anodos de titânio revestidos com óxidos de metais nobres, dimensões 1000mm x 17mm x 2,5mm.
- Pontos de Teste do tipo em moirão de concreto instalados a cada 2,5 km, em média.
- Juntas de Isolamento Elétrico, nos pontos de início e fim de trecho, tipicamente afloramento do duto a montante e a jusante de estações de compressão, de medição e Pontos de Entrega.

 TBG	CAT.:	MEMORIAL DESCRIPTIVO	Nº DOC.:	MD-5000-940-TOE-005	REV.:
	INSTALAÇÃO:	GASODUTO		FOLHA	48 de 51
	TÍTULO DO DOCUMENTO:	DESCRÍÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL			

Retificadores e leitos de anodos foram instalados nos seguintes pontos (tabelas 15 16):

Tabela 15 – Retificadores e Leitos de Anodos – Seção Corumbá – Paulínia (km 0 em Corumbá)

Estado do Mato Grosso do Sul											
TAG	MS-01	MS-02	MS-03	MS-04	MS-05	MS-06	MS-07	MS-08	MS-09	MS-10	MS-11
km	17,4	60,1	128,6	186,3	250,6	310,4	370,4	425,6	515,9	573,9	648,9

Estado de São Paulo											
TAG	SP-01	SP-02	SP-03	SP-04	SP-05	SP-06	SP-07	SP-08	SP-09	SP-10	SP-11
km	728,1	812,5	889,7	959,8	1036,5	1121,9	1193,1	1236,9	1258,1	1264,4	

Tabela 16 – Retificadores e Leitos de Anodos – Seção Paulínia – Canoas (km 0 em Paulínia)

Estado de São Paulo						
TAG	SP-12	SP-13	SP-14	SP-15	SP-16	SP-17
km	34,8	78,6	118,5	193,4	237,8	299,8

Obs.: Primeiros 17 km em faixa compartilhada com proteção catódica da Transpetro

Estado do Paraná		
TAG	PR-01	PR-02
km	358,6	421,0

Estado de Santa Catarina							
TAG	SC-01	SC-02	SC-03	SC-04	SC-05	SC-06	SC-07
km	638,9	674,5	772,8	823,8	876,0	943,8	994,4

Obs.: Um total de 154 km nos estados SC e PR em faixa e proteção catódica da Transpetro.

Estado do Rio Grande do Sul					
TAG	RS-01	RS-02	RS-03	RS-04	RS-05
km	1031,9	1104,5	1136,1	1173,8	1189,8

10.3. Interferências elétricas

Para o controle de interferências elétricas identificadas foram instalados quatro retificadores automáticos 100V-60A no km 83,5, 108,8, 110,2 e km 141 da Seção Paulínia – Canoas (tabela 17).

Tabela 17 – Retificadores Automáticos – Seção Paulínia – Canoas

TAG	SP-13C	SP-13A	SP-13-B	SP-14-A
km	83,5	108,8	110,2	141

 TBG	CAT.:	MEMORIAL DESCRIPTIVO	Nº DOC.:	MD-5000-940-TOE-005	REV.:	K
	INSTALAÇÃO:	GASODUTO			FOLHA	49 de 51
	TÍTULO DO DOCUMENTO:	DESCRICAÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL				

11. DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE COMUNICAÇÃO DE DADOS E VOZ

11.1. Comunicação de dados

Todas as ECOMPs, que são as estações mais críticas, possuem redundância de comunicação: o SCADA usa prioritariamente os links corporativos para as estações, tendo links satelitais (VSAT) dedicados como contingência.

Estações de Medição (EMED) também possuem comunicação redundante, na forma de VSAT de diferentes operadoras.

Pontos de Entrega, estações lançadoras/recebedoras de PIG (EMOP), retificadores e redutoras de pressão (ERP), normalmente, não possuem contingência de comunicação, exceto os PEs localizados junto às ECOMP.

As infraestruturas de servidores, redes e telecomunicações redundantes possibilitam a operação remota do gasoduto . Atualmente, o sistema de comunicação é composto de:

- 2 Links corporativos redundantes utilizando a tecnologia MPLS entre a TBG/Sede e as UOs;
- 1 Link de comunicação entre as UOs e cada ECOMP;
- 1 Link de comunicação satelital VSAT entre a CSC na TBG/Sede e os PE, EMED, EMOP, ERP, retificadores e com cada ECOMP (redundância);

11.2. Comunicação de voz

A comunicação de voz nas ECOMP se dá por meio de ramais de voz sobre IP (VoIP) implementados sobre os links de dados, com contingência por telefones satelitais IRIDIUM.

Ao longo da faixa e nas estações desassistidas (PE, EMED, EMOP, retificadores de proteção catódica), o meio de comunicação prioritário é o celular, com contingência por telefones satelitais IRIDIUM

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

LD-5000-950-TOE-001 – Lista de Documentos das Instalações do GASBOL

LD-5100-948-TOE-001 – Lista de Plantas e Perfis do GASBOL

12. ANEXOS

ANEXO A – DADOS GERAIS DO GASODUTO

 TBG	CAT.:	MEMORIAL DESCRIPTIVO	Nº DOC.:	MD-5000-940-TOE-005	REV.:
	INSTALAÇÃO:	GASODUTO		FOLHA	50 de 51
	TÍTULO DO DOCUMENTO:	DESCRICAÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL			

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Composição do Gás (projeto original)	9
Tabela 2 – Válvulas de linha da seção Corumbá – Paulínia	12
Tabela 3 – Válvulas de linha da seção Paulínia – Canoas.....	18
Tabela 4 – Válvulas de linha seção Paulínia – Guararema.....	23
Tabela 5 – Características das ECOMPs.....	24
Tabela 6 – Equipamentos principais das ECOMPs.....	25
Tabela 7 – Características do Sistema de Filtragem.....	30
Tabela 8 – Características do Sistema de Resfriamento	30
Tabela 9 – Características do Sistema de Geração de Energia Elétrica.....	31
Tabela 10 – Potências dos geradores e transformadores.....	32
Tabela 11 – Características do Sistema de Secagem.....	33
Tabela 12 – Características do Sistema de Partida	33
Tabela 13 – Tipos de Pontos de Entrega por faixa de vazão	38
Tabela 14 – Relação de Pontos de Entrega por tipo.....	39
Tabela 15 – Retificadores e Leitos de Anodos – Seção Corumbá – Paulínia (km 0 em Corumbá)	48
Tabela 16 – Retificadores e Leitos de Anodos – Seção Paulínia – Canoas (km 0 em Paulínia)	48
Tabela 17 – Retificadores Automáticos – Seção Paulínia – Canoas.....	48

 TBG	CAT.:	MEMORIAL DESCRIPTIVO	Nº DOC.:	MD-5000-940-TOE-005	REV.:
	INSTALAÇÃO:	GASODUTO		FOLHA	51 de 51
	TÍTULO DO DOCUMENTO:	DESCRICAÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL			

Lista de Figuras

Figura 1 – Perfil altimétrico do trecho Corumbá-Miranda	14
Figura 2 – Perfil altimétrico do trecho Miranda-Campo Grande	14
Figura 3 – Perfil altimétrico do trecho Campo Grande-Três Lagoas	15
Figura 4 – Perfil altimétrico do trecho Três Lagoas-Penápolis	15
Figura 5 – Perfil altimétrico do trecho Penápolis-São Carlos	16
Figura 6 – Perfil altimétrico do trecho São Carlos-Paulínia	16
Figura 7 – Perfil altimétrico do trecho Paulínia-Capão Bonito	20
Figura 8 – Perfil altimétrico do trecho Capão Bonito-Araucária.....	20
Figura 9 – Perfil altimétrico do trecho Araucária-Biguaçu	21
Figura 10 – Perfil altimétrico do trecho Biguaçu-Siderópolis	21
Figura 11 – Perfil altimétrico do trecho Siderópolis-Canoas.....	22
Figura 12 – Perfil altimétrico do trecho Paulínia-Guararema.....	23
Figura 13 – Curva de Performance Compressores MHI-5V-3.....	28
Figura 14 – Curva de Performance Compressores MHI-3V-2.....	28
Figura 15 – Curva de Performance Turbinas Taurus 60	29
Figura 16 – Curva de Performance Turbinas Mars 100	29