



CAT.:	<b>MEMORIAL DESCRITIVO</b>	Nº DOC.:	<b>MD-5000-940-TOE-005</b>
ÁREA DE ATIVIDADE:	TBG – Transportadora Brasileira Gasoduto Bolívia-Brasil S.A.	FOLHA	1 de 51
INSTALAÇÃO	GASODUTO		
SERVIÇO:	Engenharia de Projeto		
<b>GENG</b>	<b>DESCRIÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL</b>		

### 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 malha da TRANSPETRO pela TAG.
J	Revisados pela TBG o índice, o item 2.1.4 e as Tabelas 2, 4, 5, 6 e 14.

	ORIGINAL	REV. C	REV. D	REV. E	REV. F	REV. G	REV. H	REV. I	REV. J
DATA	19/02/03	16/06/06	15/04/11	08/11/13	10/10/14	16/10/2014	14/01/2016	06/09/16	14/09/16
EXECUÇÃO	CRISTIANE	TIRRE	DMO	CENG	CRISTIANE	CSF	T.ZOZULA	CRISTIANE	S.LACERDA
VERIFICAÇÃO	ANGÉLICA	SAAVEDRA	CENG	GOPE	CPRO	RTCJ	R.SARMENTO	FABIO CAP	V.THIAGO
APROVAÇÃO	LABRUNIE	ILDEMAR	NPL	GENG	GENG	GPE	L.KRIIGER	L.KRIIGER	R.SARMENTO



CAT.:	<b>MEMORIAL DESCRITIVO</b>	Nº DOC.:	<b>MD-5000-940-TOE-005</b>	REV.:	<b>J</b>
INSTALAÇÃO:	<b>GASODUTO</b>	FOLHA	<b>2 de 51</b>		
TÍTULO DO DOCUMENTO:	<b>DESCRIÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL</b>				

## ÍNDICE

<b>1. OBJETO .....</b>	<b>4</b>
<b>2. DESCRIÇÃO GERAL .....</b>	<b>4</b>
<b>2.1. Componentes do Gasoduto .....</b>	<b>4</b>
<b>2.2. Operação e Capacidade de Transporte do Gasoduto .....</b>	<b>9</b>
<b>3. DESCRIÇÃO DAS LINHAS.....</b>	<b>11</b>
<b>3.1. Aspectos Gerais.....</b>	<b>11</b>
<b>3.2. Seção Corumbá - Paulínia.....</b>	<b>12</b>
<b>3.3. Seção Paulínia - Canoas .....</b>	<b>17</b>
<b>3.4. Seção Paulínia – Guararema.....</b>	<b>23</b>
<b>4. DESCRIÇÃO DAS ESTAÇÕES DE COMPRESSÃO .....</b>	<b>24</b>
<b>4.1. Aspectos gerais .....</b>	<b>25</b>
<b>4.2. Histórico de Implantação das Estações de Compressão do gasoduto Bolívia-Brasil .....</b>	<b>25</b>
<b>4.3. Concepção das estações de compressão .....</b>	<b>26</b>
<b>4.4. Operação das estações de compressão.....</b>	<b>35</b>
<b>5. DESCRIÇÃO DAS ESTAÇÕES DE MEDIÇÃO (EMED).....</b>	<b>35</b>
<b>5.1. Estação de Medição Mutun / Corumbá .....</b>	<b>35</b>
<b>5.2. Estação de Medição GASCAR .....</b>	<b>36</b>
<b>5.3. Estação de Medição GASCAJ .....</b>	<b>36</b>
<b>5.4. Estação de Medição de Guararema.....</b>	<b>37</b>
<b>6. DESCRIÇÃO DOS PONTOS DE ENTREGA (PE).....</b>	<b>37</b>
<b>6.1. Aspectos Gerais.....</b>	<b>37</b>
<b>6.2. Pontos de entrega tipos I a V.....</b>	<b>38</b>



CAT.:	<b>MEMORIAL DESCRITIVO</b>	Nº DOC.:	<b>MD-5000-940-TOE-005</b>	REV.:	<b>J</b>
INSTALAÇÃO:	<b>GASODUTO</b>	FOLHA	<b>3 de 51</b>		
TÍTULO DO DOCUMENTO:	<b>DESCRIÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL</b>				

<b>6.3. Ponto de entrega tipo VI.....</b>	<b>39</b>
<b>6.4. Lista de pontos de entrega e tipos.....</b>	<b>39</b>
<b>6.5. Operação dos pontos de entrega.....</b>	<b>41</b>
<b>7. DESCRIÇÃO DE OUTRAS ESTAÇÕES.....</b>	<b>41</b>
<b>7.1. Estação de Redução de Pressão (ERP).....</b>	<b>41</b>
<b>7.2. Estação de Medição Operacional (EMOP).....</b>	<b>42</b>
<b>7.3. Área de Válvulas de Paulínia (HUB Paulínia).....</b>	<b>42</b>
<b>8. DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE CONTROLE DE SUPERVISÃO E AQUISIÇÃO DE DADOS (SCADA).....</b>	<b>43</b>
<b>8.1. Aspectos Gerais.....</b>	<b>43</b>
<b>8.2. Instalações e Equipamentos do SCADA.....</b>	<b>45</b>
<b>9. DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE PROTEÇÃO CATÓDICA.....</b>	<b>46</b>
<b>9.1. Implantação do sistema de proteção catódica.....</b>	<b>46</b>
<b>9.2. Equipamentos e instalações do sistema de proteção catódica.....</b>	<b>47</b>
<b>9.3. Interferências elétricas.....</b>	<b>48</b>
<b>10. DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE COMUNICAÇÃO DE DADOS E VOZ.....</b>	<b>48</b>
<b>10.1. Comunicação de dados.....</b>	<b>48</b>
<b>10.2. Comunicação de voz.....</b>	<b>48</b>
<b>11. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA.....</b>	<b>49</b>
<b>12. ANEXOS.....</b>	<b>49</b>



CAT.:	<b>MEMORIAL DESCRITIVO</b>	Nº DOC.:	<b>MD-5000-940-TOE-005</b>	REV.:	<b>J</b>
IIINSTALAÇÃO:	<b>GASODUTO</b>	FOLHA	<b>4 de 51</b>		
TÍTULO DO DOCUMENTO:	<b>DESCRIÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL</b>				

## 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, com vazão nominal contratada de 30,08 MMm<sup>3</sup>/dia de gás natural, 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 Medição (EMED), Estações de Redução de Pressão (ERP), Estações de Medição 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”;



CAT.:	<b>MEMORIAL DESCRITIVO</b>	Nº DOC.:	<b>MD-5000-940-TOE-005</b>	REV.:	<b>J</b>
INSTALAÇÃO:	<b>GASODUTO</b>	FOLHA	<b>5 de 51</b>		
TÍTULO DO DOCUMENTO:	<b>DESCRIÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL</b>				

- 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";
- 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.



CAT.:	<b>MEMORIAL DESCRITIVO</b>	Nº DOC.:	<b>MD-5000-940-TOE-005</b>	REV.:	<b>J</b>
INSTALAÇÃO:	<b>GASODUTO</b>	FOLHA	<b>6 de 51</b>		
TÍTULO DO DOCUMENTO:	<b>DESCRIÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL</b>				

### 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;

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

### 2.1.4 Pontos de Entrega (PE)

Quarenta e sete (47) pontos de entrega integram o gasoduto Bolívia-Brasil:

#### 2.1.4.1 No Estado de Mato Grosso do Sul (MS):

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

#### 2.1.4.2 No Estado de São Paulo (SP):

Valparaíso;  
Bilac;  
Guaíçara;  
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.



CAT.:	<b>MEMORIAL DESCRITIVO</b>	Nº DOC.:	<b>MD-5000-940-TOE-005</b>	REV.:	<b>J</b>
INSTALAÇÃO:	<b>GASODUTO</b>	FOLHA	<b>7 de 51</b>		
TÍTULO DO DOCUMENTO:	<b>DESCRIÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL</b>				

2.1.4.3 No Estado do Paraná (PR):

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

2.1.4.4 No Estado de Santa Catarina (SC):

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

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

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

2.1.5 Estações de Redução de Pressão (ERP)

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

2.1.5.1 No Estado de São Paulo (SP):

Paulínia (antiga ERP REPLAN).

2.1.5.2 No Estado do Paraná (PR):

Araucária, como parte da Estação de Compressão de Araucária.

2.1.6 Estações de Medição Operacional (EMOP)

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

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

Corumbá.



CAT.:	<b>MEMORIAL DESCRITIVO</b>	Nº DOC.:	<b>MD-5000-940-TOE-005</b>	REV.:	<b>J</b>
INSTALAÇÃO:	<b>GASODUTO</b>	FOLHA	<b>8 de 51</b>		
TÍTULO DO DOCUMENTO:	<b>DESCRIÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL</b>				

2.1.6.2 No Estado do Rio Grande do Sul (RS):  
Canoas.

2.1.7  Lançadores/Recebedores de “PIG”

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

2.1.7.1 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.

2.1.7.2 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.

2.1.7.3 No Estado do Paraná (PR):

Araucária, na Estação de Compressão de Araucária.

2.1.7.4 No Estado de Santa Catarina (SC):

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

2.1.7.5 No Estado do Rio Grande do Sul:

Canoas, na EMOP Canoas (recebedor).

2.1.8  Central de Supervisão e Controle (CSC)

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

2.1.8.2 No Brasil, no Rio de Janeiro-RJ, EDISEN, Rua do Senado, 113, torre A, 15º andar.

Nota: A última é utilizada em caso de emergências (CSCE- Central de Supervisão e Controle de Emergência), quando não for possível operar o gasoduto a partir da central da Praia do Flamengo, 200.





CAT.:	<b>MEMORIAL DESCRITIVO</b>	Nº DOC.:	<b>MD-5000-940-TOE-005</b>	REV.:	<b>J</b>
INSTALAÇÃO:	<b>GASODUTO</b>	FOLHA	<b>9 de 51</b>		
TÍTULO DO DOCUMENTO:	<b>DESCRIÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL</b>				

## 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).

**Tabela 1 – Composição do Gás (projeto original)**

<b>Componente</b>	<b>Teor Molar (%)</b>
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  $K=C_p/C_v = 1,295$

Densidade = 0,63

Poder Calorífico superior = 9269,774 kcal/m<sup>3</sup>

Poder Calorífico inferior = 8364,224 kcal/m<sup>3</sup>

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

A pressão máxima de operação de cada seção do gasoduto Bolívia-Brasil é:

Seção Corumbá-Paulínia	100 kgf/cm <sup>2</sup> g
Seção Paulínia-Araucária	100 kgf/cm <sup>2</sup> g
Seção Araucária-Siderópolis	75 kgf/cm <sup>2</sup> g
Seção Siderópolis-Canoas	75 kgf/cm <sup>2</sup> g
Seção Paulínia-Guararema	75 kgf/cm <sup>2</sup> g

As condições de operação nas estações de compressão no “trecho norte” são:

Pressão de sucção	55 kgf/cm <sup>2</sup> g
Pressão de descarga	100 kgf/cm <sup>2</sup> g



CAT.:	<b>MEMORIAL DESCRITIVO</b>	Nº DOC.:	<b>MD-5000-940-TOE-005</b>	REV.:	<b>J</b>
INSTALAÇÃO:	<b>GASODUTO</b>	FOLHA	<b>10 de 51</b>		
TÍTULO DO DOCUMENTO:	<b>DESCRIÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL</b>				

Temperatura de sucção 22,67 °C  
Temperatura de descarga do compressor 53,6 °C e máxima de 70,0 °C  
Temperatura a jusante do “after-cooler” 48,0 °C.

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

Pressão de sucção 45,6 kgf/cm<sup>2</sup>g  
Pressão de descarga 70,0 kgf/cm<sup>2</sup>g  
Temperatura de sucção 21,3 °C  
Temperatura de descarga do compressor 59,0 °C e máxima de 65,0 °C  
Temperatura a jusante do “after-cooler” 48,0 °C.

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

Pressão de sucção 49,2 kgf/cm<sup>2</sup>g  
Pressão de descarga 75,0 kgf/cm<sup>2</sup>g  
Temperatura de sucção 23,0 °C  
Temperatura de descarga do compressor 57,0 °C e máxima de 63,0 °C  
Temperatura a jusante do “after-cooler” 48,0 °C.

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

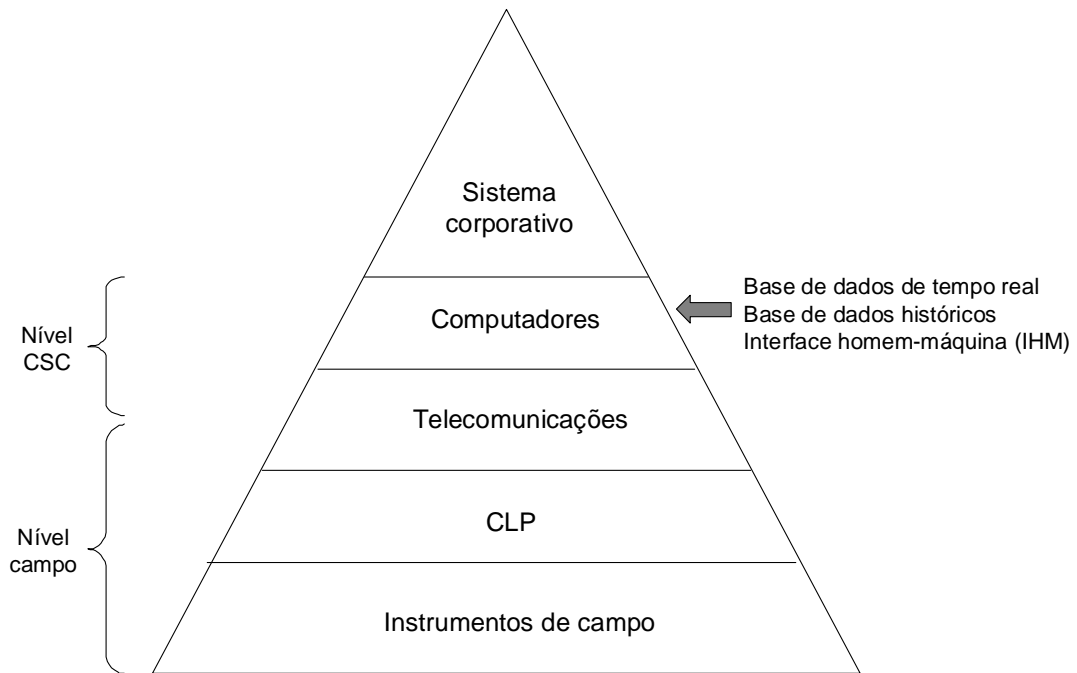
Pressão de sucção 42,0kgf/cm<sup>2</sup>g  
Pressão de descarga 75,0kgf/cm<sup>2</sup>g  
Temperatura de sucção 25°C  
Temperatura máxima de descarga do compressor 55,0°C  
Temperatura a jusante do “after-cooler” 48,0 °C.

### 2.2.3 Operação a partir de centros de controle

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 entrega 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.

O gasoduto é operado no trecho boliviano a partir da central de supervisão e controle situada em Santa Cruz de La Sierra. A operação nas estações de compressão e de medição é normalmente não-assistida. É operado através do seu Sistema de Supervisão e Controle (SCADA), cuja transmissão de dados é feita pelo seu Sistema de Telecomunicações.

De maneira geral o sistema SCADA do gasoduto Bolívia-Brasil tem uma configuração hierarquizada, em forma de pirâmide, onde na base se encontram os instrumentos de campo e no topo o Centro de Supervisão e Controle (CSC) conforme a figura 1:



**Figura 1 – Hierarquia do Sistema SCADA do Gasoduto Bolívia-Brasil**

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.

### **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.



CAT.:	<b>MEMORIAL DESCRITIVO</b>	Nº DOC.:	<b>MD-5000-940-TOE-005</b>	REV.:	<b>J</b>
INSTALAÇÃO:	<b>GASODUTO</b>	FOLHA	<b>12 de 51</b>		
TÍTULO DO DOCUMENTO:	<b>DESCRIÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL</b>				

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 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 promessa 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).



CAT.:	<b>MEMORIAL DESCRITIVO</b>	Nº DOC.:	<b>MD-5000-940-TOE-005</b>	REV.:	<b>J</b>
INSTALAÇÃO:	<b>GASODUTO</b>	FOLHA	<b>13 de 51</b>		
TÍTULO DO DOCUMENTO:	<b>DESCRIÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL</b>				

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/cm<sup>2</sup>g 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**

<b>TAG</b>	<b>km desenvolvido</b>	<b>Município</b>
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	171.0	Miranda-MS
VES-10140	194.0	Miranda-MS
VES-10150	219.2	Miranda-MS
VES-10160	240.7	Miranda-MS
VES-10170	267.9	Anastácio-MS
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



<b>TAG</b>	<b>km desenvolvido</b>	<b>Município</b>
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
VES-10320	550.6	Ribas do Rio Pardo-MS
VES-10330	583.4	Brasilândia-MS
VES-10340	607.5	Brasilândia-MS
VES-10350	627.0	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- MS
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
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-10670	1191.2	Rio Claro-Sp
VES-10680	1219.5	Iracemópolis-SP
VES-10690	1243	Limeira-SP
VES-10710	1363.9	Paulínia-SP

As figuras 2, 3, 4, 5, 6 e 7 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.



CAT.:	<b>MEMORIAL DESCRITIVO</b>	Nº DOC.:	<b>MD-5000-940-TOE-005</b>	REV.:	<b>J</b>
INSTALAÇÃO:	<b>GASODUTO</b>	FOLHA	<b>15 de 51</b>		
TÍTULO DO DOCUMENTO:	<b>DESCRIÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL</b>				

### Corumbá - Miranda

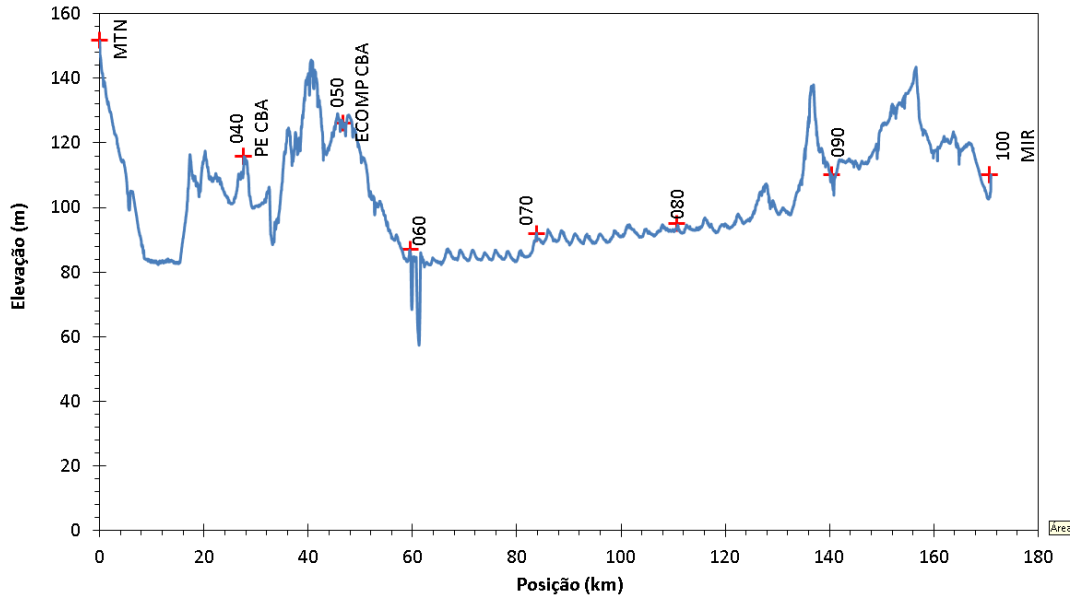


Figura 2 – Perfil altimétrico do trecho Corumbá-Miranda

### Miranda - Campo Grande

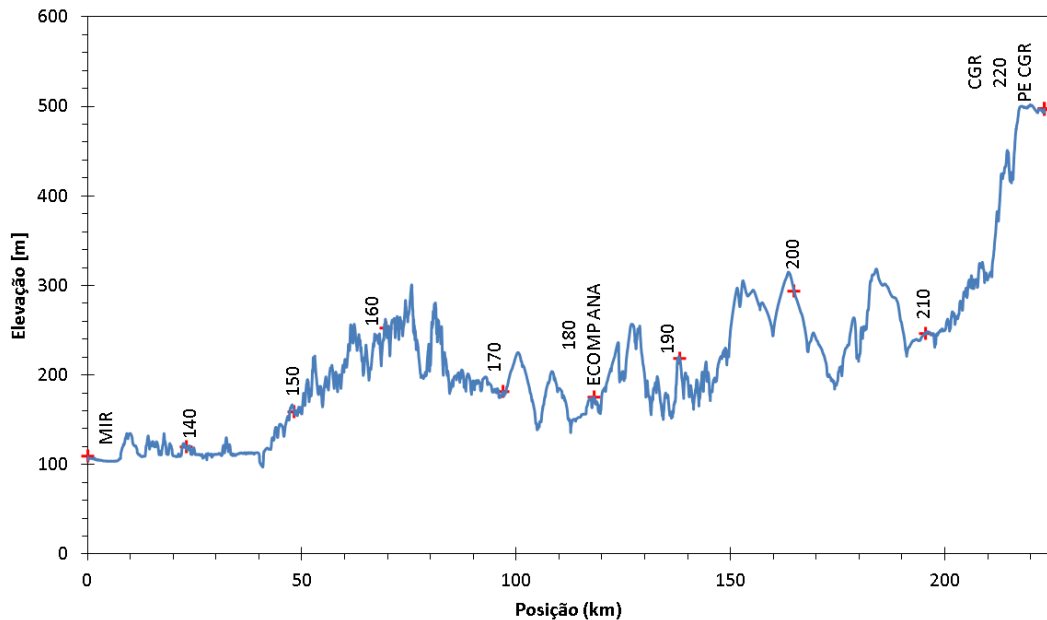
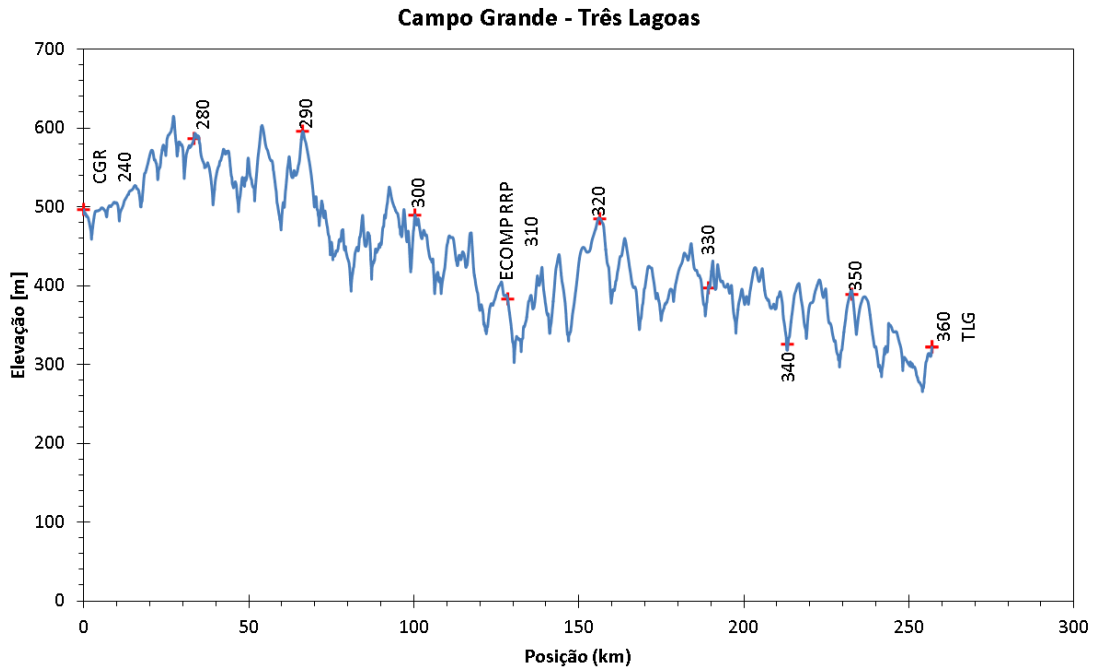


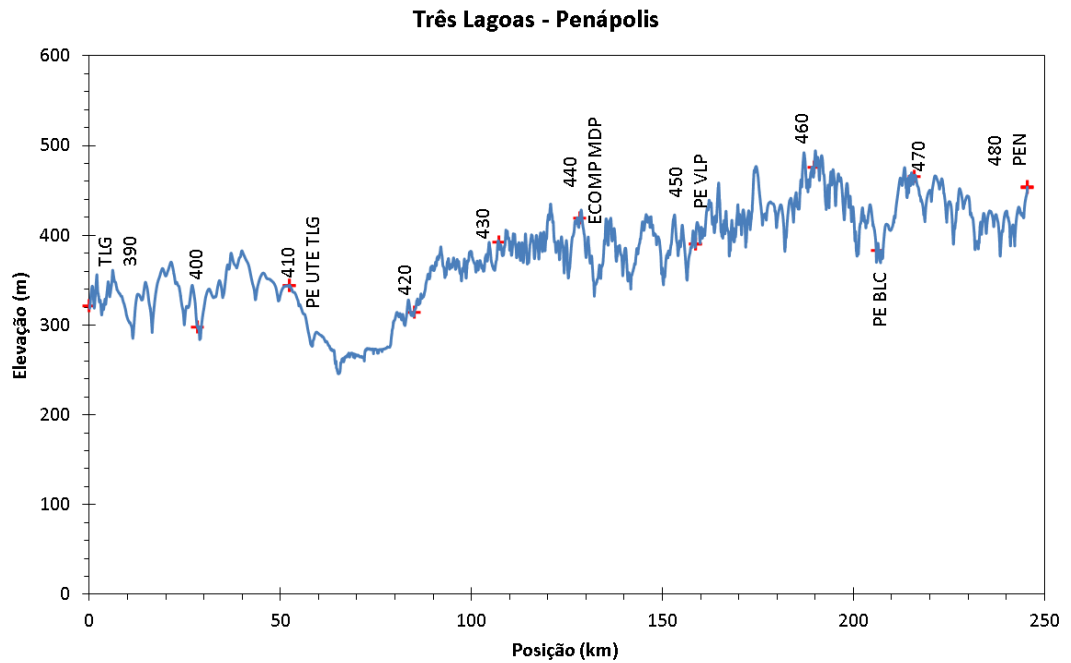
Figura 3 – Perfil altimétrico do trecho Miranda-Campo Grande



CAT.:	<b>MEMORIAL DESCRITIVO</b>	Nº DOC.:	<b>MD-5000-940-TOE-005</b>	REV.:	<b>J</b>
INSTALAÇÃO:	<b>GASODUTO</b>	FOLHA	<b>16 de 51</b>		
TÍTULO DO DOCUMENTO:	<b>DESCRIÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL</b>				

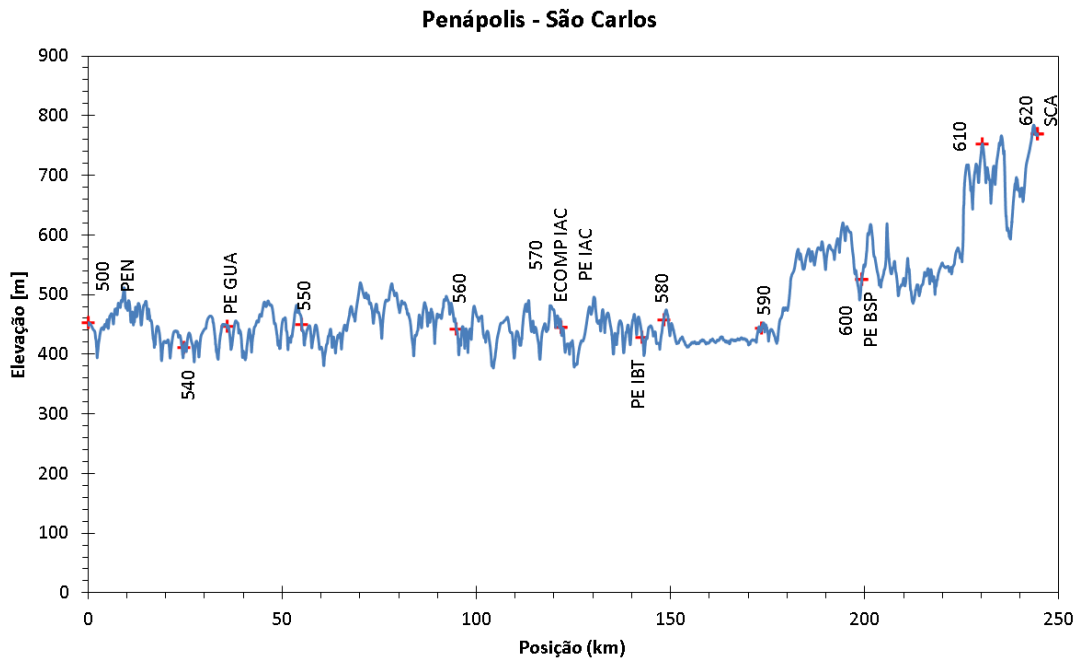


**Figura 4 – Perfil altimétrico do trecho Campo Grande-Três Lagoas**

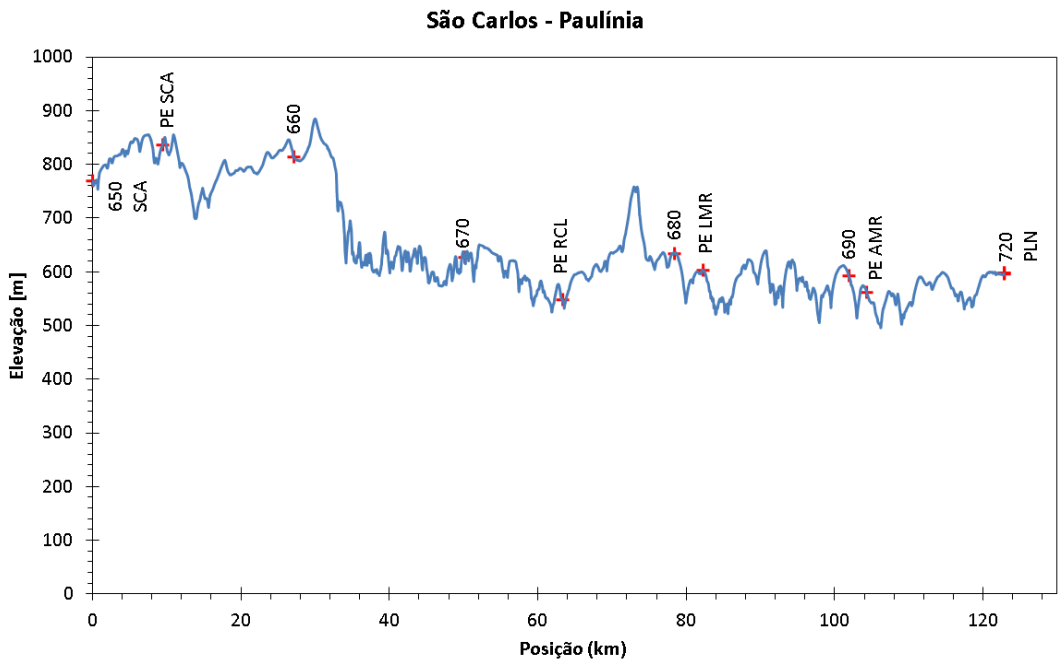


**Figura 5 – Perfil altimétrico do trecho Três Lagoas-Penápolis**





**Figura 6 – Perfil altimétrico do trecho Penápolis-São Carlos**



**Figura 7 – 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



CAT.:	<b>MEMORIAL DESCRITIVO</b>	Nº DOC.:	<b>MD-5000-940-TOE-005</b>	REV.:	<b>J</b>
INSTALAÇÃO:	<b>GASODUTO</b>	FOLHA	<b>18 de 51</b>		
TÍTULO DO DOCUMENTO:	<b>DESCRIÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL</b>				

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/cm<sup>2</sup>. 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/cm<sup>2</sup>. 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



CAT.:	<b>MEMORIAL DESCRITIVO</b>	Nº DOC.:	<b>MD-5000-940-TOE-005</b>	REV.:	<b>J</b>
INSTALAÇÃO:	<b>GASODUTO</b>	FOLHA	<b>19 de 51</b>		
TÍTULO DO DOCUMENTO:	<b>DESCRIÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL</b>				

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/cm<sup>2</sup>.

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/cm<sup>2</sup>.

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

**Tabela 3 – Válvulas de linha da seção Paulínia – Canoas**

<b>TAG</b>	<b>km desenvolvido</b>	<b>Município</b>
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	Itapirapuã Paulista-SP
VES-40230	373,63	Cerro Azul-SP
VES-40240	404,75	Rio Branco do Sul-PR



<b>TAG</b>	<b>km desenvolvido</b>	<b>Município</b>
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
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
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 Francisco 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"

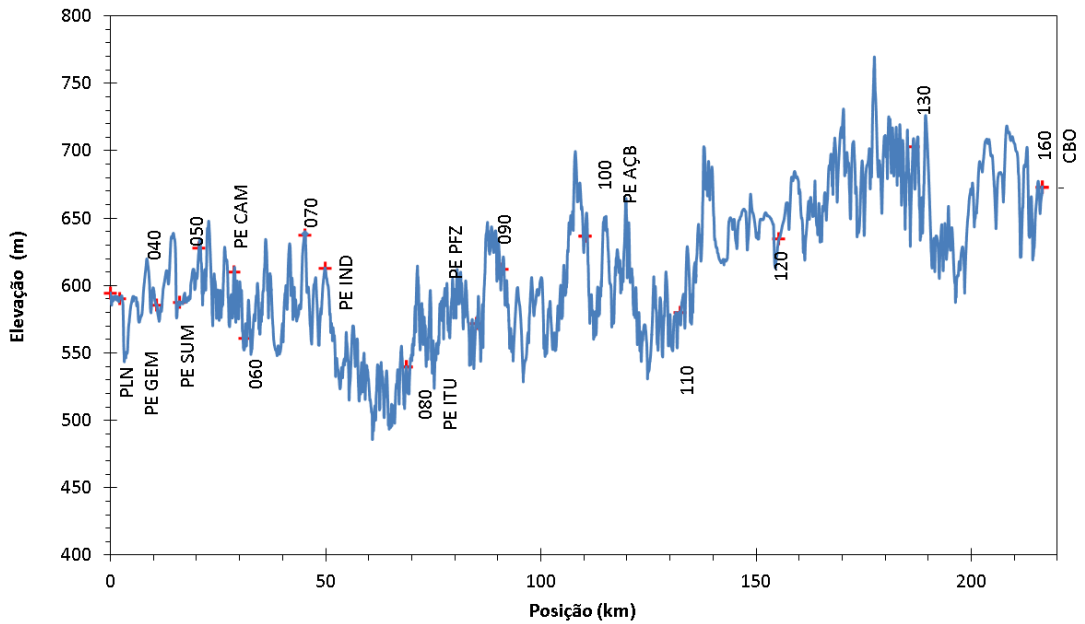


CAT.:	<b>MEMORIAL DESCRITIVO</b>	Nº DOC.:	<b>MD-5000-940-TOE-005</b>	REV.:	<b>J</b>
INSTALAÇÃO:	<b>GASODUTO</b>	FOLHA	<b>21 de 51</b>		
TÍTULO DO DOCUMENTO:	<b>DESCRIÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL</b>				

- 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”.

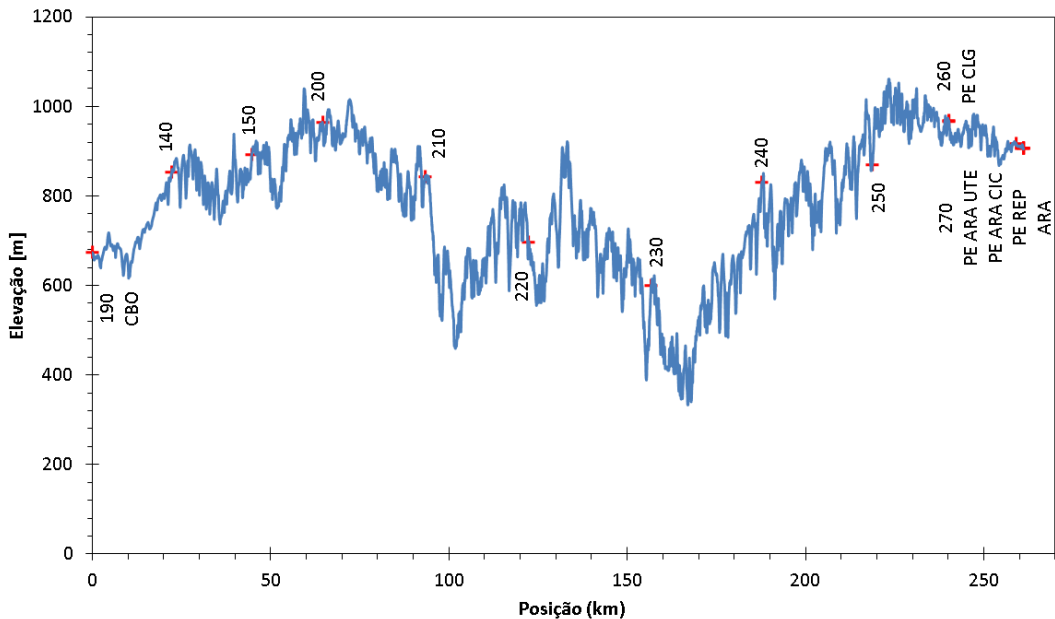
As figuras 8, 9, 10, 11 e 12 apresentam o perfil altimétrico dos trechos Paulínia-Capão Bonito, Capão Bonito-Araucária, Araucária-Biguaçu, Biguaçu-Siderópolis e Siderópolis-Canoas, respectivamente.

**Paulínia - Capão Bonito**



**Figura 8 – Perfil altimétrico do trecho Paulínia-Capão Bonito**

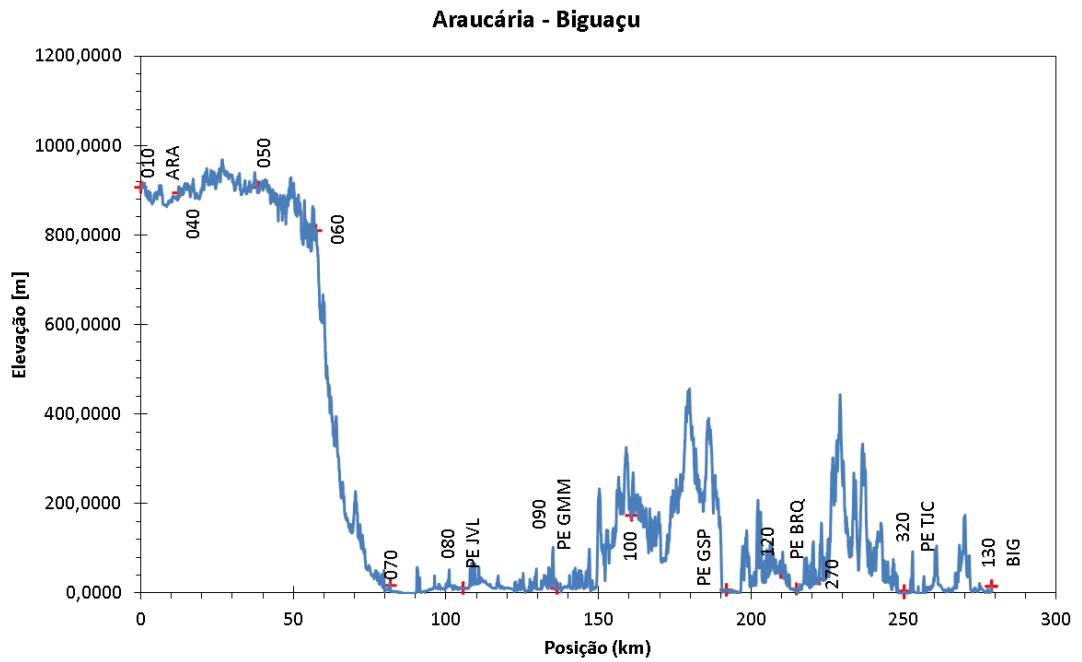
**Capão Bonito - Araucária**



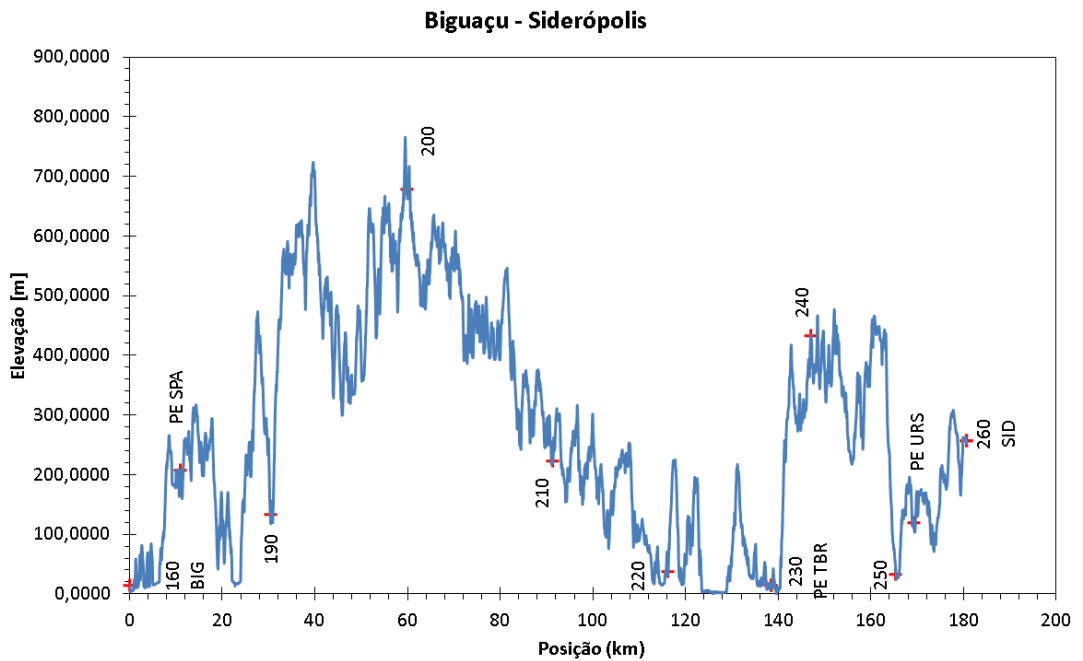
**Figura 9 – Perfil altimétrico do trecho Capão Bonito-Araucária**



CAT.:	<b>MEMORIAL DESCRITIVO</b>	Nº DOC.:	<b>MD-5000-940-TOE-005</b>	REV.:	<b>J</b>
INSTALAÇÃO:	<b>GASODUTO</b>	FOLHA	<b>22 de 51</b>		
TÍTULO DO DOCUMENTO:	<b>DESCRIÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL</b>				



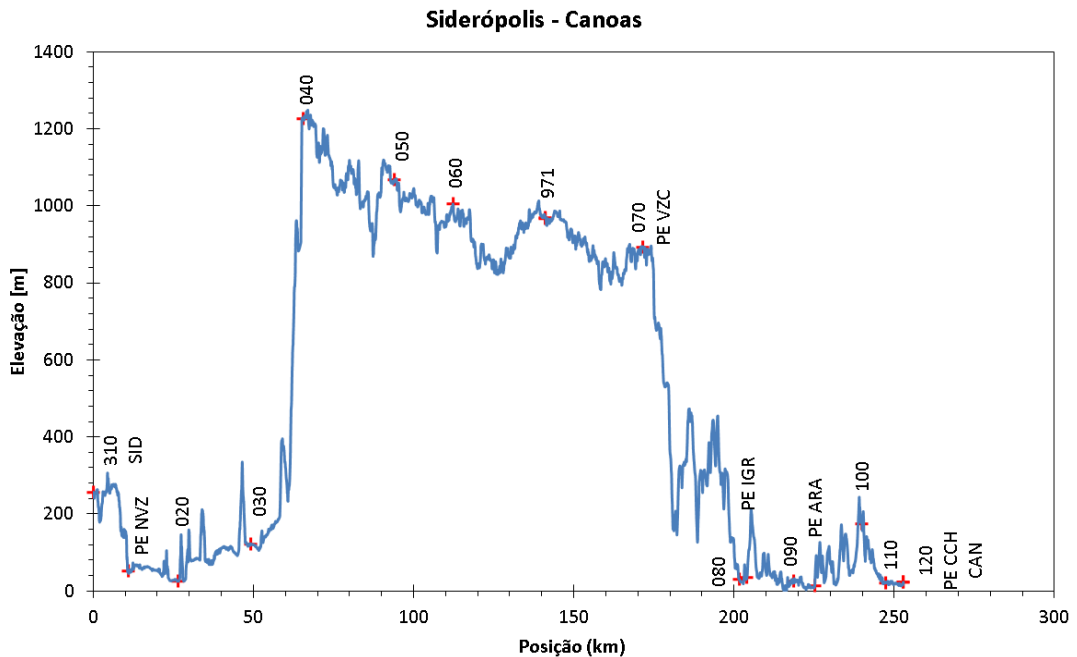
**Figura 10 – Perfil altimétrico do trecho Araucária-Biguaçu**



**Figura 11 – Perfil altimétrico do trecho Biguaçu-Siderópolis**



CAT.:	<b>MEMORIAL DESCRITIVO</b>	Nº DOC.:	<b>MD-5000-940-TOE-005</b>	REV.:	<b>J</b>
INSTALAÇÃO:	<b>GASODUTO</b>	FOLHA	<b>23 de 51</b>		
TÍTULO DO DOCUMENTO:	<b>DESCRIÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL</b>				



**Figura 12 – 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/cm<sup>2</sup>.

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.

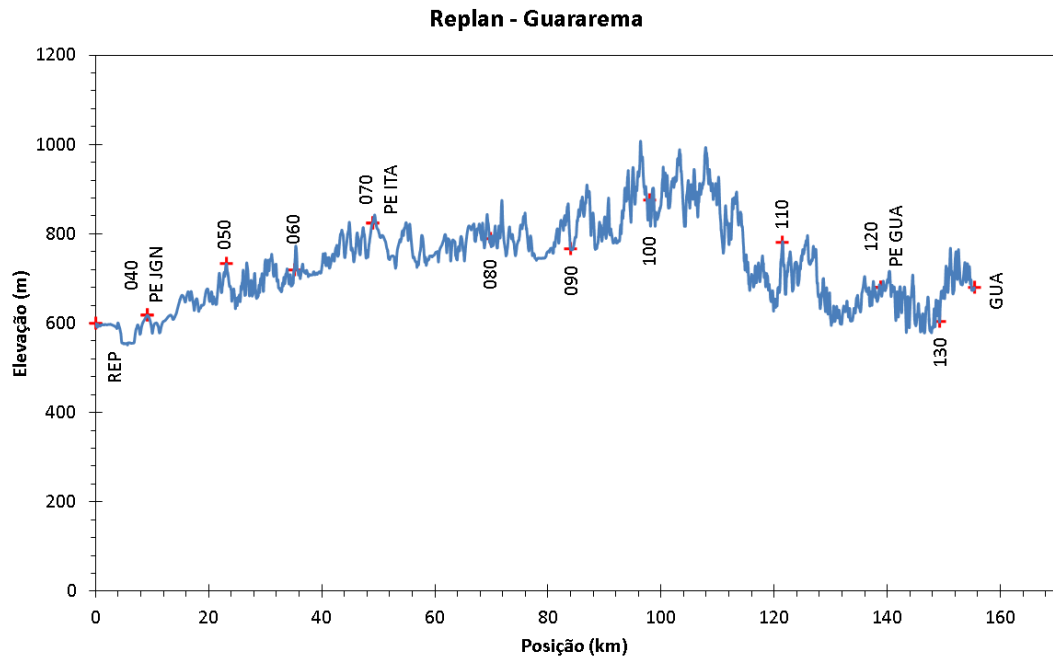


**Tabela 4 – Válvulas de linha seção Paulínia – Guararema**

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 Paulínia-Guararema está representado na figura 13.



**Figura 13 – 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 m<sup>3</sup>/dia com as seguintes características técnicas e operacionais (tabela 5):





CAT.:	<b>MEMORIAL DESCRITIVO</b>	Nº DOC.:	<b>MD-5000-940-TOE-005</b>	REV.:	<b>J</b>
INSTALAÇÃO:	<b>GASODUTO</b>	FOLHA	<b>25 de 51</b>		
TÍTULO DO DOCUMENTO:	<b>DESCRIÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL</b>				

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.



CAT.:	<b>MEMORIAL DESCRITIVO</b>	Nº DOC.:	<b>MD-5000-940-TOE-005</b>	REV.:	<b>J</b>
INSTALAÇÃO:	<b>GASODUTO</b>	FOLHA	<b>26 de 51</b>		
TÍTULO DO DOCUMENTO:	<b>DESCRIÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL</b>				

- 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.

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

\* máquina reserva



CAT.:	<b>MEMORIAL DESCRITIVO</b>	Nº DOC.:	<b>MD-5000-940-TOE-005</b>	REV.:	<b>J</b>
INSTALAÇÃO:	<b>GASODUTO</b>	FOLHA	<b>27 de 51</b>		
TÍTULO DO DOCUMENTO:	<b>DESCRIÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL</b>				

São Carlos	2	Centrifugo MHI 5V - 3	Turbina a gás MARS 100 15000 HP 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 NUOVO PIGNONE 2 SHM/1	Motor a gás WAUKESHA L 7042 GSI 1193,5 HP (0,890 MW)
Biguaçu	3	Alternativo NUOVO 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 14, 15, 16 e 17 apresentam as curvas de performance dos compressores MHI-5V-3, MHI-3V-2, Turbinas Taurus 60 e Turbinas Mars 100.

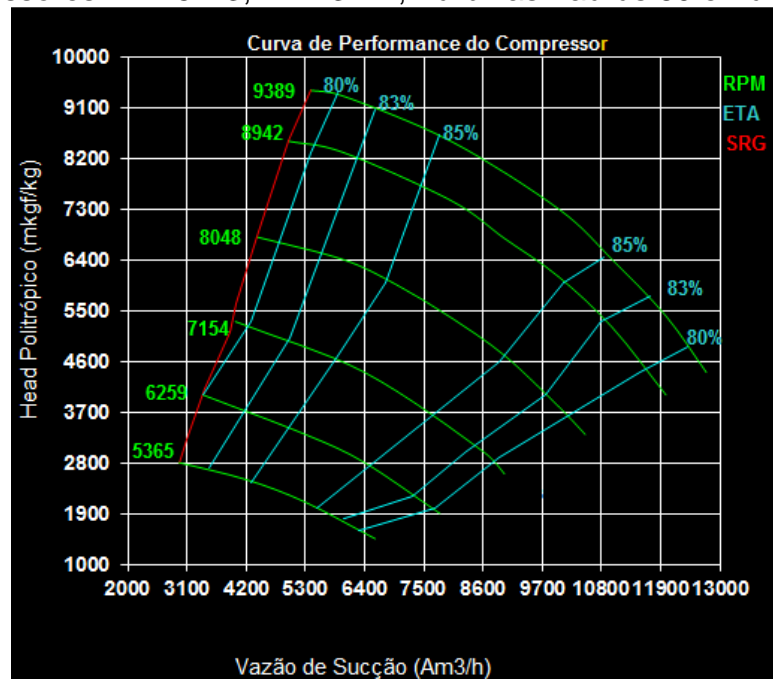


Figura 14 – Curva de Performance Compressores MHI-5V-3



CAT.:	<b>MEMORIAL DESCRITIVO</b>	Nº DOC.:	<b>MD-5000-940-TOE-005</b>	REV.:	<b>J</b>
INSTALAÇÃO:	<b>GASODUTO</b>	FOLHA	<b>28 de 51</b>		
TÍTULO DO DOCUMENTO:	<b>DESCRIÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL</b>				

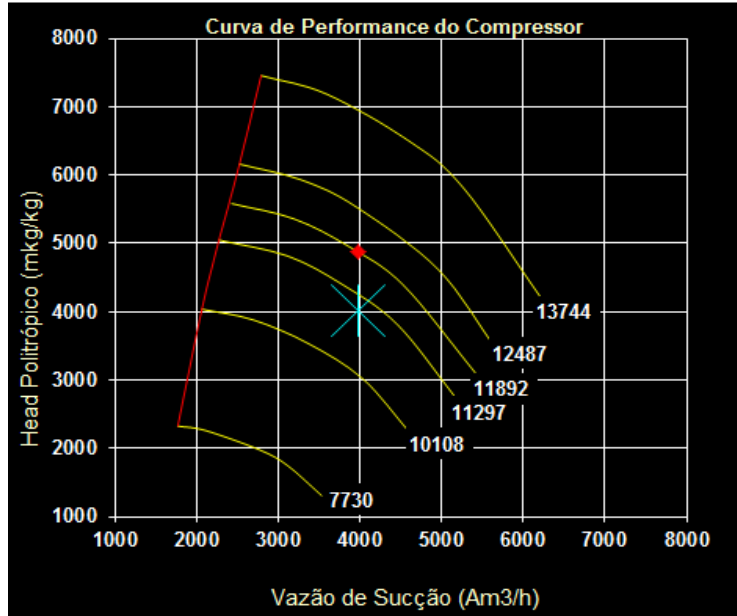


Figura 15 – Curva de Performance Compressores MHI-3V-2

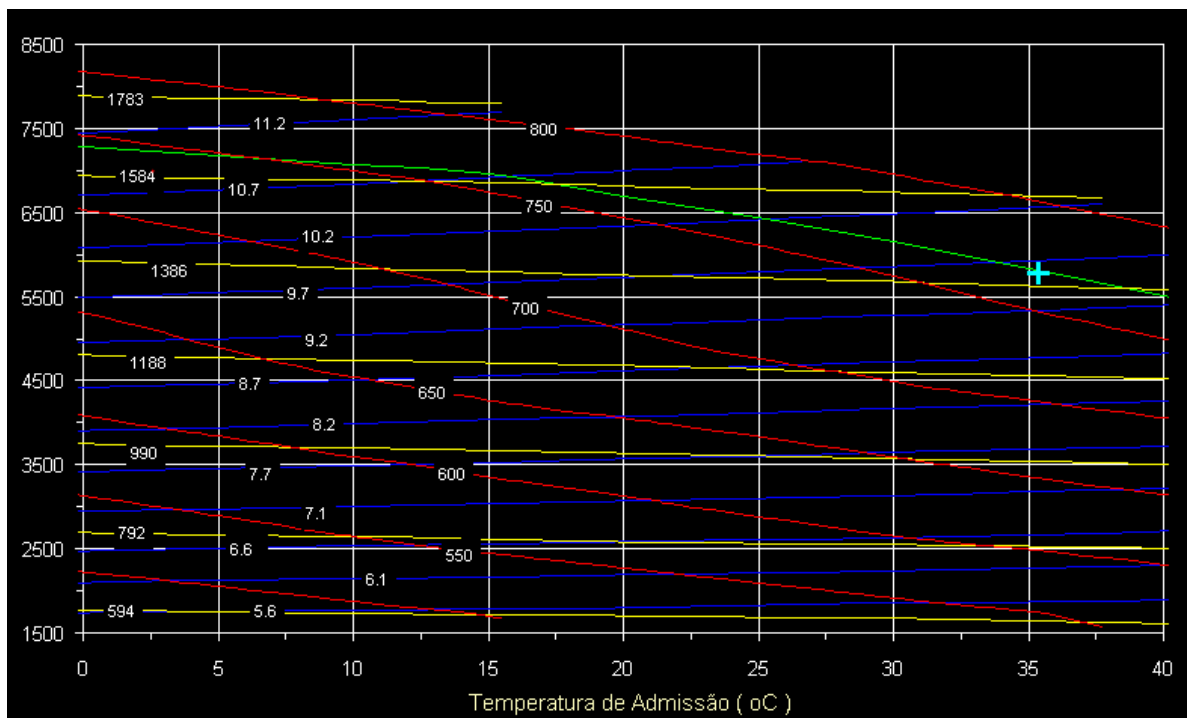


Figura 16 – Curva de Performance Turbinas Taurus 60

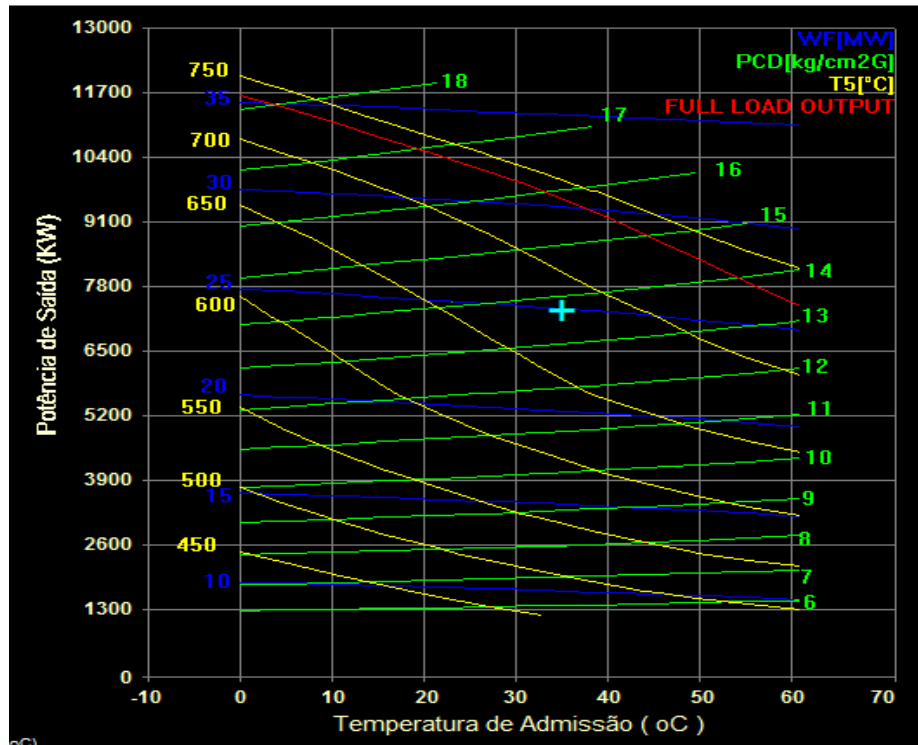


Figura 17 – Curva de Performance Turbinas Mars 100

#### 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	Scrubber
Miranda	Filtro Vertical
Anastácio	Filtro Vertical
Campo Grande	Scrubber
Ribas do Rio Pardo	Filtro Vertical
Três Lagoas	Filtro Vertical
Mirandópolis	Filtro Vertical
Penápolis	Scrubber
Iacanga	Filtro Vertical
São Carlos	Filtro Vertical
Paulínia	Scrubber
Capão Bonito	Scrubber
Araucária	Scrubber
Biguaçu	Scrubber



CAT.:	<b>MEMORIAL DESCRITIVO</b>	Nº DOC.:	<b>MD-5000-940-TOE-005</b>	REV.:	<b>J</b>
IIINSTALAÇÃO:	<b>GASODUTO</b>	FOLHA	<b>30 de 51</b>		
TÍTULO DO DOCUMENTO:	<b>DESCRIÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL</b>				

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**

<b>ECOMP</b>	<b>Sistema de Resfriamento de Gás de Processo</b>
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>

#### 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**

<b>ECOMP</b>	<b>Sistema de Geração de Energia Elétrica</b>
Corumbá	Principal
Miranda	Principal
Anastácio	Principal
Campo Grande	Emergência



CAT.:	<b>MEMORIAL DESCRITIVO</b>	Nº DOC.:	<b>MD-5000-940-TOE-005</b>	REV.:	<b>J</b>
INSTALAÇÃO:	<b>GASODUTO</b>	FOLHA	<b>31 de 51</b>		
TÍTULO DO DOCUMENTO:	<b>DESCRIÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL</b>				

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.

**Tabela 10 – Potências dos geradores e transformadores**

<b>ECOMP</b>	<b>Geradores (kW)</b>	<b>Transformadores (kVA)</b>
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.



CAT.:	<b>MEMORIAL DESCRITIVO</b>	Nº DOC.:	<b>MD-5000-940-TOE-005</b>	REV.:	<b>J</b>
INSTALAÇÃO:	<b>GASODUTO</b>	FOLHA	<b>32 de 51</b>		
TÍTULO DO DOCUMENTO:	<b>DESCRIÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL</b>				

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.

**Tabela 11 – Características do Sistema de Secagem**

<b>ECOMP</b>	<b>Sistema de Secagem</b>	<b>Características</b>
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.





CAT.:	<b>MEMORIAL DESCRITIVO</b>	Nº DOC.:	<b>MD-5000-940-TOE-005</b>	REV.:	<b>J</b>
INSTALAÇÃO:	<b>GASODUTO</b>	FOLHA	<b>33 de 51</b>		
TÍTULO DO DOCUMENTO:	<b>DESCRIÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL</b>				

**Tabela 12 – Características do Sistema de Partida**

<b>ECOMP</b>	<b>Aquecimento</b>	<b>Sistema de Partida</b>	<b>Características</b>
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.

#### 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



CAT.:	<b>MEMORIAL DESCRITIVO</b>	Nº DOC.:	<b>MD-5000-940-TOE-005</b>	REV.:	<b>J</b>
INSTALAÇÃO:	<b>GASODUTO</b>	FOLHA	<b>34 de 51</b>		
TÍTULO DO DOCUMENTO:	<b>DESCRIÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL</b>				

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.



CAT.:	<b>MEMORIAL DESCRITIVO</b>	Nº DOC.:	<b>MD-5000-940-TOE-005</b>	REV.:	<b>J</b>
INSTALAÇÃO:	<b>GASODUTO</b>	FOLHA	<b>35 de 51</b>		
TÍTULO DO DOCUMENTO:	<b>DESCRIÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL</b>				

#### **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 feitas 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.

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



CAT.:	<b>MEMORIAL DESCRITIVO</b>	Nº DOC.:	<b>MD-5000-940-TOE-005</b>	REV.:	<b>J</b>
INSTALAÇÃO:	<b>GASODUTO</b>	FOLHA	<b>36 de 51</b>		
TÍTULO DO DOCUMENTO:	<b>DESCRIÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL</b>				

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 PETROBRAS.

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 de cada tramo é de 15 milhões de normais metros cúbicos por dia (20 °C e 1 atm).

A inversão do fluxo poderá ser feita 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 PETROBRAS.

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).

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



CAT.:	<b>MEMORIAL DESCRITIVO</b>	Nº DOC.:	<b>MD-5000-940-TOE-005</b>	REV.:	<b>J</b>
INSTALAÇÃO:	<b>GASODUTO</b>	FOLHA	<b>37 de 51</b>		
TÍTULO DO DOCUMENTO:	<b>DESCRIÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL</b>				

#### **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 Malha da TAG.

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 retêm 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 Malha 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 malha 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 DOS PONTOS DE ENTREGA (PE)**

Os pontos de entrega são instalações cujas finalidades são o condicionamento do gás natural para medição, venda e transferência a consumidores e distribuidores.

#### **6.1. 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, venda e transferência o gás natural deve ser posto em condições combinadas nos contratos de compra e venda de gás, condições essas que



CAT.:	<b>MEMORIAL DESCRITIVO</b>	Nº DOC.:	<b>MD-5000-940-TOE-005</b>	REV.:	<b>J</b>
INSTALAÇÃO:	<b>GASODUTO</b>	FOLHA	<b>38 de 51</b>		
TÍTULO DO DOCUMENTO:	<b>DESCRIÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL</b>				

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 uma dos pontos de entrega é 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

As pressões de entrega nominais contratuais por trecho são:

- Corumbá-Paulínia – 35 kgf/cm<sup>2</sup>
- Paulínia-Guararema – 35 kgf/cm<sup>2</sup>
- Paulínia-Siderópolis – 35 kgf/cm<sup>2</sup>
- Siderópolis-Canoas – 24 kgf/cm<sup>2</sup>

**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.

## **6.2. Pontos de entrega tipos I a V**



CAT.:	<b>MEMORIAL DESCRITIVO</b>	Nº DOC.:	<b>MD-5000-940-TOE-005</b>	REV.:	<b>J</b>
INSTALAÇÃO:	<b>GASODUTO</b>	FOLHA	<b>39 de 51</b>		
TÍTULO DO DOCUMENTO:	<b>DESCRIÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL</b>				

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.

### 6.3. 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.

### 6.4. Lista de pontos de entrega e tipos

Tabela 14 – Relação de pontos de entrega por tipo

SEÇÃO CORUMBÁ-PAULÍNIA					
<b>NORTE</b>	MS	Corumbá	IV	27.7	
	MS	Campo Grande	V	394.1	
	MS	Três Lagoas – UTE	VI	703,5	
	MS	Três Lagoas – UFN III	VI	703.5	
	SP	Valparaíso	II	809.8	
	SP	Bilac	III	857.4	
	SP	Guaíçara	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	
	SP	Itirapina	I	1168.2	
	SP	Rio Claro	V	1204.4	
	SP	Limeira	V	1223.3	
	SP	Americana	V	1245.4	
	SP	REPLAN	VI	1264	
	SEÇÃO PAULÍNIA-GUARAREMA				
	SP	Jaguariúna	VI	9.1	
SP	Itatiba	V	48.9		
SP	Guararema	V	138.9		
Trecho	Estado	Ponto de entrega	Tipo	km	
SEÇÃO PAULÍNIA-ARAUCÁRIA					
	SP	GEMINI	IV	2,0	



CAT.:	<b>MEMORIAL DESCRITIVO</b>	Nº DOC.:	<b>MD-5000-940-TOE-005</b>	REV.:	<b>J</b>
IIINSTALAÇÃO:	<b>GASODUTO</b>	FOLHA	<b>40 de 51</b>		
TÍTULO DO DOCUMENTO:	<b>DESCRIÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL</b>				

Trecho	Estado	Ponto de entrega	Tipo	km
	SP	Itatiba	V	46,3
	SP	Guararema	V	136,5
<b>SUL</b>	<b>SEÇÃO PAULÍNIA-ARAUCÁRIA</b>			
	SP	GEMINI	IV	2
	SP	Sumaré	IV	16
	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	REPAR	VI	477.5
	PR	Araucária/UTE	V mod.	477.5
	<b>SEÇÃO ARAUCÁRIA-BIGUAÇU</b>			
	SC	Joinville	II	583.2
	SC	Guaramirim	IV	613.8
	SC	Gaspar	IV	669.4
	SC	Brusque	II	692.3
	SC	Tijucas	II mod.	727.7
	<b>SEÇÃO BIGUAÇU-SIDERÓPOLIS</b>			
	SC	São Pedro de Alcântara	III	767.2
	SC	Tubarão	II	894.6
	SC	Urussanga	III	925.5
	<b>SEÇÃO SIDERÓPOLIS-CANOAS</b>			
	SC	Nova Veneza	II mod.	947.7
	RS	Várzea do Cedro	III	1077.9
	RS	Igrejinha	I	1138.4
	RS	Araricá	II mod.	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.





CAT.:	<b>MEMORIAL DESCRITIVO</b>	Nº DOC.:	<b>MD-5000-940-TOE-005</b>	REV.:	<b>J</b>
INSTALAÇÃO:	<b>GASODUTO</b>	FOLHA	<b>41 de 51</b>		
TÍTULO DO DOCUMENTO:	<b>DESCRIÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL</b>				

## **6.5. 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/cm<sup>2</sup>. 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 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.

## **7. DESCRIÇÃO DE OUTRAS ESTAÇÕES**

### **7.1. 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/cm<sup>2</sup>; a partir destes pontos, a MAOP é de 75 kgf/cm<sup>2</sup> 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



CAT.:	<b>MEMORIAL DESCRITIVO</b>	Nº DOC.:	<b>MD-5000-940-TOE-005</b>	REV.:	<b>J</b>
INSTALAÇÃO:	<b>GASODUTO</b>	FOLHA	<b>42 de 51</b>		
TÍTULO DO DOCUMENTO:	<b>DESCRIÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL</b>				

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 bloqueio de segurança, uma válvula reguladora de pressão e uma válvula de alívio. A capacidade máxima da instalação é de 15 MM m<sup>3</sup>/dia.

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. A capacidade máxima da instalação é de 4,5 MM m<sup>3</sup>/dia.

### **7.2. 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.

### **7.3. 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/cm<sup>2</sup>, 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.



CAT.:	<b>MEMORIAL DESCRITIVO</b>	Nº DOC.:	<b>MD-5000-940-TOE-005</b>	REV.:	<b>J</b>
INSTALAÇÃO:	<b>GASODUTO</b>	FOLHA	<b>43 de 51</b>		
TÍTULO DO DOCUMENTO:	<b>DESCRIÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL</b>				

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

### **8.1. Aspectos Gerais**

O SCADA do gasoduto Bolívia-Brasil é um *software* rodando em computadores e servidores com sistema operacional Windows.

O SCADA apresenta todas as funcionalidades típicas de um sistema de “Controle de Supervisão e de Aquisição de Dados” (SCADA), adquirindo dados referentes ao transporte de gás natural e dos equipamentos do gasoduto e disponibilizando essas informações, em tempo real, nas estações de supervisão e de manutenção.

O SCADA responde pela aquisição de dados e interface operacional de todas as instalações do gasoduto. Em cada estação a interface é feita por Computadores Lógicos Programáveis (CLP) residentes nas estações. Os CLPs coletam dos equipamentos, unidades e sistemas das estações as variáveis medidas e as variáveis de estado e as transmitem aos CSCs. Os CSCs 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 os CSCs 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.

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

#### **8.1.1 Composição do SCADA do gasoduto (lado brasileiro)**

O SCADA é composto de:

- Central de Supervisão e Controle (CSC), principal e de emergência;
- Estações Locais de Operação e Supervisão (ELOS), em número de 30;
- Estações de Manutenção (EMAN), em número de 7;
- Estações Remotas das EMED, em número de 4;



CAT.:	<b>MEMORIAL DESCRITIVO</b>	Nº DOC.:	<b>MD-5000-940-TOE-005</b>	REV.:	<b>J</b>
INSTALAÇÃO:	<b>GASODUTO</b>	FOLHA	<b>44 de 51</b>		
TÍTULO DO DOCUMENTO:	<b>DESCRIÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL</b>				

- Estações Remotas das EMOP, em número de 2;
- Estações Remotas dos Pontos de Entrega, em número de 46;
- Estações Remotas dos Retificadores de Proteção Catódica, em número de 41.

O Sistema de Comunicação, embora não sendo parte do SCADA, é fundamental para a transmissão de dados.

Para detalhes do SCADA ver memorial descritivo MD-4600.00-5520-800-PEI-001, "Sistema de Supervisão e Controle, Descrição Geral" (Lado Brasileiro).

#### 8.1.2 Central de Supervisão e Controle (CSC)

A CSC é composta funcionalmente de:

- 4 Servidores de Base de Dados em Tempo Real (BDREAL) redundantes;
- 2 Servidores de Base de Dados Históricos (BDHIST) redundantes;
- 8 Estações de Operação (IHM);
- 3 Estações de Engenharia (ENG);
- 1 Estação de Funções Avançadas (PMS);
- 2 Estações de Pesquisa (PSQ);
- 2 Computadores Corporativos para execução de tarefas administrativas.

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.

#### 8.1.3 Estação Local de Operação e Supervisão (ELOS)

Em cada estação de compressão (ECOMP) há duas Estações Locais de Operação e Supervisão (ELOS), através da qual é operada a respectiva estação de compressão.



CAT.:	<b>MEMORIAL DESCRITIVO</b>	Nº DOC.:	<b>MD-5000-940-TOE-005</b>	REV.:	<b>J</b>
INSTALAÇÃO:	<b>GASODUTO</b>	FOLHA	<b>45 de 51</b>		
TÍTULO DO DOCUMENTO:	<b>DESCRIÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL</b>				

#### 8.1.4 Estação de Manutenção (EMAN)

São disponibilizadas 7 máquinas virtuais para obtenção das informações do SCADA, localizadas na sede do Rio de Janeiro, para acesso operacional e de manutenção.

#### 8.1.5 Remotas das Estações de Medição (EMED)

CLP's 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.

#### 8.1.6 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's que aquisitam os dados e os transferem para a CSC.

#### 8.1.7 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.

#### 8.1.8 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.

### 8.2. **Instalações e Equipamentos do SCADA**

#### 8.2.1 O CSC do Rio de Janeiro consiste de:

- Duas Impressoras
- Dois Computadores de Pesquisa
- Quatro Servidores de Base de Dados de Tempo Real
- Dois Servidores de Base de Dados Históricos
- Oito Estações de Operação para Interface Homem-Máquina (IHM)
- Três Estações de Engenharia



CAT.:	<b>MEMORIAL DESCRITIVO</b>	Nº DOC.:	<b>MD-5000-940-TOE-005</b>	REV.:	<b>J</b>
INSTALAÇÃO:	<b>GASODUTO</b>	FOLHA	<b>46 de 51</b>		
TÍTULO DO DOCUMENTO:	<b>DESCRIÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL</b>				

- Dois Roteadores
- Seis Switches
- Um GPS
- Dois Estações para acesso a Rede Corporativa
- Um Servidor de Funções Avançadas
- Dois Monitores de Plasma
- Dois U.P.S redundantes

#### 8.2.2 Cada uma das Estações de Compressão possui:

- Duas Estações de Supervisão de Controle
- Dois Roteadores Cisco 2600 Series
- Dois Switches
- Um GPS
- Cinco Interruptores de fechamento de emergência

#### 8.2.3 Cada Ponto de Entrega ou Estação de Medição possui:

- Um ou mais Controladores Lógicos Programáveis (CLP)
- Um ou mais Computadores de Vazão
- Alimentação elétrica de concessionária ou termogeradores, com banco de baterias

#### 8.2.4 Cada remota de retificador de proteção catódica possui:

- Um CLP
- Uma bateria para alimentação de emergência

### **9. DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE PROTEÇÃO CATÓDICA**

#### **9.1. 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



CAT.:	<b>MEMORIAL DESCRITIVO</b>	Nº DOC.:	<b>MD-5000-940-TOE-005</b>	REV.:	<b>J</b>
INSTALAÇÃO:	<b>GASODUTO</b>	FOLHA	<b>47 de 51</b>		
TÍTULO DO DOCUMENTO:	<b>DESCRIÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL</b>				

construção do gasoduto Bolívia-Brasil. Esta situação ocorre na seção Paulínia – Guararema e parcialmente na seção Araucária – Biguaçu.

## 9.2. 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.

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
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.



CAT.:	<b>MEMORIAL DESCRITIVO</b>	Nº DOC.:	<b>MD-5000-940-TOE-005</b>	REV.:	<b>J</b>
INSTALAÇÃO:	<b>GASODUTO</b>	FOLHA	<b>48 de 51</b>		
TÍTULO DO DOCUMENTO:	<b>DESCRIÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL</b>				

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

### 9.3. 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

## 10. DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE COMUNICAÇÃO DE DADOS E VOZ

### 10.1. 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 a ECOMP.

Tanto a CSC quanto a CSC de Emergência (CSCE) conseguem operar o gasoduto com o mesmo nível de redundância de comunicação e de forma independente entre si. Atualmente, o sistema de comunicação é composto de:

- Links entre a sede e as Unidades Operacionais;
- Links de 2 Mbps entre as UOs e as ECOMP;
- Links redundantes de 1 Mbps entre sede e regionais – esta malha de circuitos inclui também a CSCE;
- 101 pontos de VSAT para PE, EMED, EMOP, ERP, retificadores e ECOMP (redundância);

### 10.2. 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. Além disso, existem ramais VoIP ponto-a-ponto entre a ECOMP e a CSC (não fazem o recebem chamadas externas), implementados sobre o link satelital VSAT.





CAT.:	<b>MEMORIAL DESCRITIVO</b>	Nº DOC.:	<b>MD-5000-940-TOE-005</b>	REV.:	<b>J</b>
INSTALAÇÃO:	<b>GASODUTO</b>	FOLHA	<b>49 de 51</b>		
TÍTULO DO DOCUMENTO:	<b>DESCRIÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL</b>				

Ao longo da faixa e nas estações desassistidas (PE, EMED, EMOP, retificadores de proteção catódica), o meio de comunicação prioritário é o celular e, onde não houver sinal, VoIP via VSAT.

### **11.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



CAT.:	<b>MEMORIAL DESCRITIVO</b>	Nº DOC.:	<b>MD-5000-940-TOE-005</b>	REV.:	<b>J</b>
INSTALAÇÃO:	<b>GASODUTO</b>	FOLHA	<b>50 de 51</b>		
TÍTULO DO DOCUMENTO:	<b>DESCRIÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL</b>				

## Lista de Tabelas

Tabela 1 – Composição do Gás (projeto original) .....	9
Tabela 2 – Válvulas de linha da seção Corumbá – Paulínia .....	13
Tabela 3 – Válvulas de linha da seção Paulínia – Canoas.....	19
Tabela 4 – Válvulas de linha seção Paulínia – Guararema.....	24
Tabela 5 – Características das ECOMPs.....	25
Tabela 6 – Equipamentos principais das ECOMPs.....	26
Tabela 7 – Características do Sistema de Filtragem.....	29
Tabela 8 – Características do Sistema de Resfriamento .....	30
Tabela 9 – Características do Sistema de Geração de Energia Elétrica.....	30
Tabela 10 – Potências dos geradores e transformadores.....	31
Tabela 11 – Características do Sistema de Secagem.....	32
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) .....	47
Tabela 16 – Retificadores e Leitos de Anodos – Seção Paulínia – Canoas (km 0 em Paulínia) .....	47
Tabela 17 – Retificadores Automáticos – Seção Paulínia – Canoas.....	48



CAT.:	<b>MEMORIAL DESCRITIVO</b>	Nº DOC.:	<b>MD-5000-940-TOE-005</b>	REV.:	<b>J</b>
INSTALAÇÃO:	<b>GASODUTO</b>	FOLHA	<b>51 de 51</b>		
TÍTULO DO DOCUMENTO:	<b>DESCRIÇÃO DAS INSTALAÇÕES DO GASODUTO BOLÍVIA-BRASIL</b>				

## Lista de Figuras

Figura 1 – Hierarquia do Sistema SCADA do Gasoduto Bolívia-Brasil .....	11
Figura 2 – Perfil altimétrico do trecho Corumbá-Miranda .....	15
Figura 3 – Perfil altimétrico do trecho Miranda-Campo Grande .....	15
Figura 4 – Perfil altimétrico do trecho Campo Grande-Três Lagoas .....	16
Figura 5 – Perfil altimétrico do trecho Três Lagoas-Penápolis .....	16
Figura 6 – Perfil altimétrico do trecho Penápolis-São Carlos .....	17
Figura 7 – Perfil altimétrico do trecho São Carlos-Paulínia .....	17
Figura 8 – Perfil altimétrico do trecho Paulínia-Capão Bonito .....	21
Figura 9 – Perfil altimétrico do trecho Capão Bonito-Araucária.....	21
Figura 10 – Perfil altimétrico do trecho Araucária-Biguaçu.....	22
Figura 11 – Perfil altimétrico do trecho Biguaçu-Siderópolis .....	22
Figura 12 – Perfil altimétrico do trecho Siderópolis-Canoas.....	23
Figura 13 – Perfil altimétrico do trecho Paulínia-Guararema.....	24
Figura 14 – Curva de Performance Compressores MHI-5V-3.....	27
Figura 15 – Curva de Performance Compressores MHI-3V-2.....	28
Figura 16 – Curva de Performance Turbinas Taurus 60 .....	28
Figura 17 – Curva de Performance Turbinas Mars 100 .....	29