	RELATÓRIO		Nº: RL-ANP-FPL-022	
	CLIENTE: ANP – AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS			FOLHA: 1 de 26
	PROGRAMA: Urucu-Manaus			-
	TÍTULO: Documentação do Modelo de Simulação do Gasoduto Urucu-Manaus			-

Faculdades Católicas – PUC-Rio – SIMDUT

ÍNDICE DE REVISÕES

REV.	DESCRIÇÃO E/OU FOLHAS ATINGIDAS
0	EMISSÃO ORIGINAL
A	REVISÃO APÓS COMENTÁRIOS DA ANP/SCM
B	PADRONIZAÇÃO DOS RELATÓRIOS
C	ACERTO DE REFERÊNCIAS CRUZADAS DAS FIGURAS

	REV. 0	REV. A	REV. B	REV. C	REV. D	REV. E	REV. F	REV. G	REV. H
DATA	16/04/2015	10/06/2015	04/08/2015	24/08/2015					
PROJETO	ANP	ANP	ANP	ANP					
EXECUÇÃO	P. Krause	P. Krause	P. Krause	P. Krause					
VERIFICAÇÃO	I.Patrocínio	I.Patrocínio	I.Patrocínio	I.Patrocínio					
APROVAÇÃO	L. Pires	L. Pires	L. Pires	L. Pires					

AS INFORMAÇÕES DESTES DOCUMENTOS SÃO PROPRIEDADE DA ANP, SENDO PROIBIDA A UTILIZAÇÃO FORA DA SUA FINALIDADE.

**RELATÓRIO**Nº **RL-ANP-FPL-022**

REV. C

PROGRAMA: MODELO TEÓRICO E COMPUTACIONAL PARA AVALIAÇÃO DE CAPACIDADE DE GASODUTOS

FOLHA 2 de 26

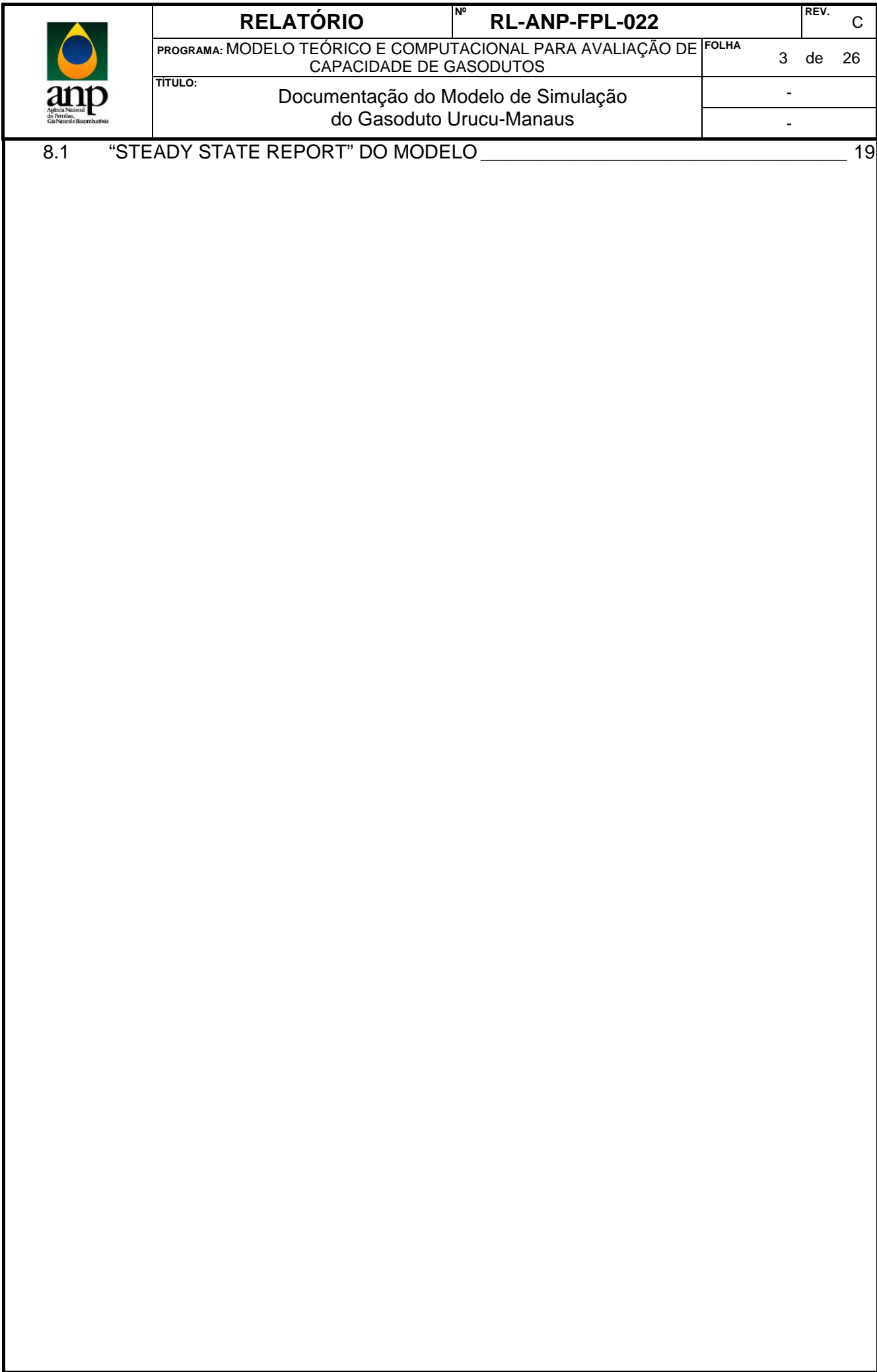
TÍTULO: Documentação do Modelo de Simulação do Gasoduto Urucu-Manaus


-

-

ÍNDICE

1	OBJETIVO	4
2	DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA	4
3	DESCRIÇÃO GERAL DO MODELO	5
4	PREMISSAS DE CÁLCULO	6
4.1	CONDIÇÕES DE REFERÊNCIA	6
4.2	MODELO DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR	7
4.3	TEMPERATURA DO SOLO	7
4.4	CORRELAÇÕES ADOTADAS	7
4.5	SOFTWARE UTILIZADO	7
4.6	CARACTERÍSTICAS DO GÁS	7
4.7	TEMPERATURA AMBIENTE	7
4.8	VISCOSIDADE	8
5	CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA DE GASODUTOS	8
5.1	DIÂMETRO, ESPESSURA E PMOA	8
5.2	PERFIL ALTIMÉTRICO	9
5.3	RUGOSIDADE	9
5.4	ESTAÇÕES DE REDUÇÃO DE PRESSÃO (ERP)	9
5.5	PONTOS DE ENTREGA (PTE)	10
5.6	ESTAÇÕES DE COMPRESSÃO	10
5.7	PONTOS DE RECEBIMENTO	11
6	CONDIÇÕES DE CONTORNO	11
6.1	PERFIL DE CONSUMO	11
6.2	MÁXIMA PRESSÃO ADMISSÍVEL DE OPERAÇÃO	12
6.3	CONDIÇÕES OPERACIONAIS DAS ESTAÇÕES DE COMPRESSÃO	12
6.4	PRESSÃO DE ENTREGA NOMINAL CONTRATUAL	12
7	RESULTADOS DA SIMULAÇÃO	12
8	ANEXOS	19



	RELATÓRIO	Nº RL-ANP-FPL-022	REV. C
	PROGRAMA: MODELO TEÓRICO E COMPUTACIONAL PARA AVALIAÇÃO DE CAPACIDADE DE GASODUTOS		FOLHA 4 de 26
	TÍTULO: Documentação do Modelo de Simulação do Gasoduto Urucu-Manaus		-
1 OBJETIVO			
<p>Documentar as informações necessárias para a criação do modelo computacional do gasoduto Urucu-Manaus (GARSOL-GASCOM) e apresentar as características físicas e valores limites de projeto dos diversos elementos que compõe o modelo de simulação termo-hidráulica. Permitindo, assim, a reprodutibilidade do modelo por qualquer interessado.</p> <p>O modelo foi criado para o programa de simulação <i>PipelineStudio</i> versão 3.4.1.0 da <i>Energy Solutions</i>.</p>			
2 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA			
<p>Os documentos técnicos codificados utilizados como referência para elaboração do Relatório são:</p>			
<p>2.1 RT-PSL-12.09_Rev.B – Relatório de Simulação Termo-hidráulica do Sistema Urucu-Coari-Manaus</p> <p>2.2 MO-5TP-00151-0 – Manual de Operação do GARSOL</p> <p>2.3 MO-5TP-00152-0 – Manual de Operação do GASCOM e Ramais</p> <p>2.4 RL-ANP-FPL-006_Rev.B – Definição dos Requisitos para os Programas de Simulação</p> <p>2.5 RL-ANP-FPL-007_Rev.A – Avaliação de variáveis de simulação computacional de gasodutos</p> <p>2.6 RL-ANP-FPL-009_Rev.E – Estudo das Condições de Contorno para o Cálculo de Capacidade</p> <p>2.7 DE-4450.81-6521-941-ICZ-001_Rev.0 – GARSOL 18" (Urucu-Coari) Perfil, Diagrama de TH, Classe de Locação e Pressões Admissíveis</p> <p>2.8 DE-4719.02-6521-948-AJJ-001 a 196 e DE-4719.02-6521-948-GCZ-001 a 178 – Perfil do Gasoduto Coari-Manaus</p> <p>2.9 DE-4719.03-6521-948-AJJ-001 a 027 – Perfil do Ramal de Coari</p> <p>2.10 DE-4719.04-6521-948-AJJ-001 a 021 – Perfil do Ramal de Codajás</p> <p>2.11 DE-4719.05-6521-948-AJJ-001 a 028 – Perfil do Ramal de Anori</p> <p>2.12 DE-4719.06-6521-948-GCZ-001 a 024 – Perfil do Ramal de Anamã</p> <p>2.13 DE-4719.07-6521-948-GCZ-001 a 007 – Perfil do Ramal de Caapiranga</p> <p>2.14 DE-4719.08-6521-948-GCZ-001 a 008 – Perfil do Ramal de Manacapuru</p> <p>2.15 DE-4719.09-6521-948-GCZ-001 a 008 – Perfil do Ramal de Iranduba</p> <p>2.16 DE-4719.10-6521-948-RIX-001 a 018 – Perfil do Ramal de Aparecida</p> <p>2.17 DE-4719.11-6521-948-RIX-001 a 004 – Perfil do Ramal de Mauá</p>			

- | | |
|------|--|
| 2.18 | I-DE-4451.07-6270-944-PEN-001 rev. A |
| 2.19 | DE-4451.26-6270-944-FRB-001 REV.G |
| 2.20 | Processo ANP nº 48610.010500/2012-40 |
| 2.21 | RL-ANP-FPL-023 RC - Cálculo de Capacidade do Gasoduto Urucu-Manaus |

3 DESCRIÇÃO GERAL DO MODELO

Segundo as referências 2.2 e 2.3, o sistema Urucu-Coari-Manaus é composto pelo trecho Urucu-Coari, com 18 polegadas de diâmetro nominal e 278,8 km de extensão, e pelo trecho Coari-Manaus, com diâmetro nominal de 20 polegadas e 382,5 km de extensão. Este sistema interliga o Pólo de Processamento de Arara, onde é processado o gás da Província Petrolífera de Urucu, ao Pólo Industrial de Manaus e possui 9 ramais diretamente interligados à linha tronco, que totalizam 139,3 km de extensão, além das Estações de Compressão (ECOMPs) de Juaruna e Coari. Uma visão geral do sistema está apresentada na Figura 1.

O modelo de simulação desenvolvido compreende o trecho desde Urucu (km zero) até Manaus, incluindo todos os ramais existentes no sistema. Nesse documento, as localizações e extensões, expressas em km, referem-se ao comprimento desenvolvido (real), salvo quando disposto em contrário.

Para o desenvolvimento do modelo foi utilizado o programa comercial Pipeline Simulator da EnergySolutions Inc, versão 3.4.1.0. A representação gráfica do modelo está apresentada na Figura 2.



RELATÓRIO

Nº **RL-ANP-FPL-022**

REV. **C**

PROGRAMA: MODELO TEÓRICO E COMPUTACIONAL PARA AVALIAÇÃO DE CAPACIDADE DE GASODUTOS

FOLHA **6** de **26**

TÍTULO: **Documentação do Modelo de Simulação do Gasoduto Urucu-Manaus**

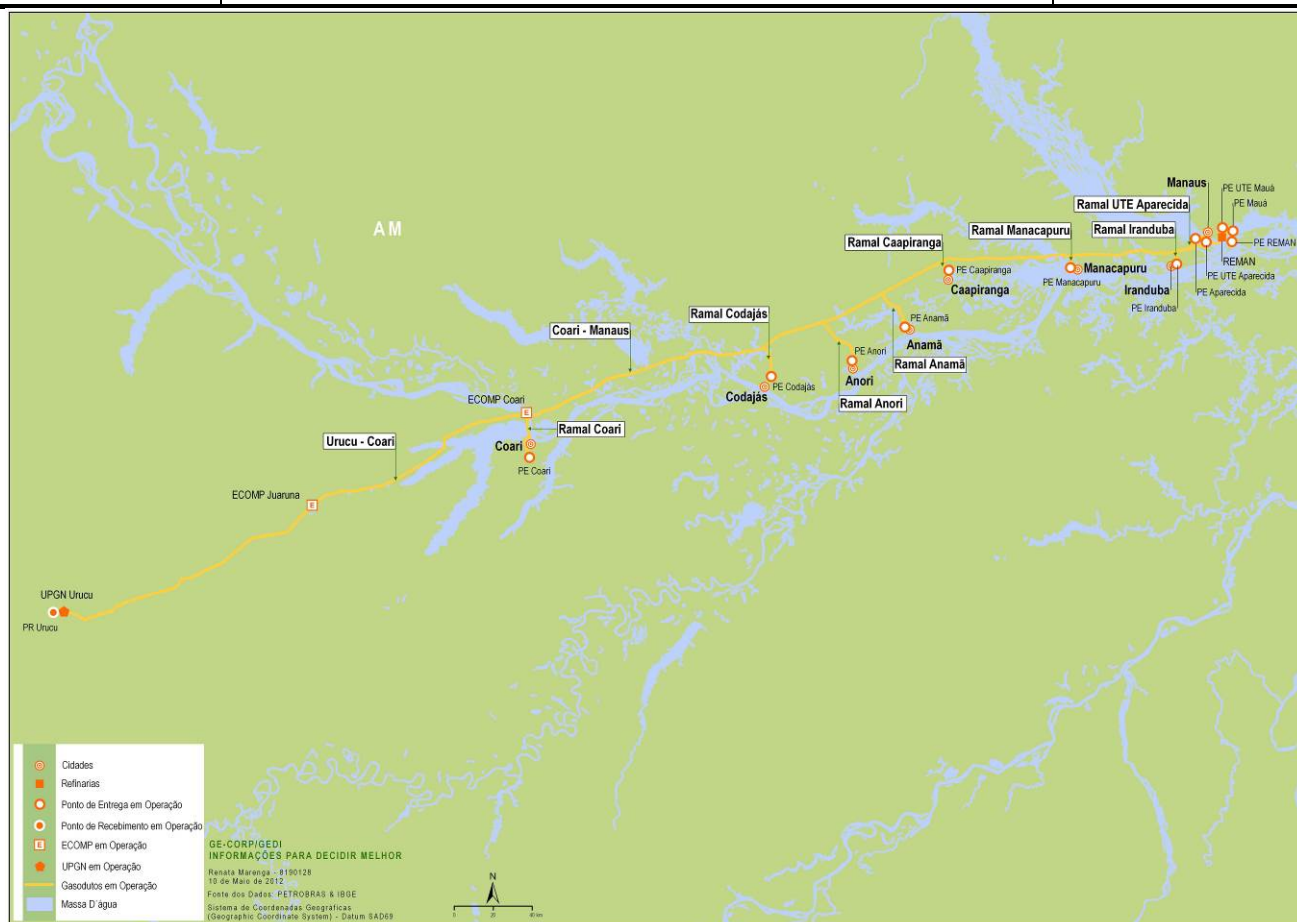


Figura 1 – Visão geral do gasoduto Urucu-Manaus (fonte: tag.petrobras.com.br)

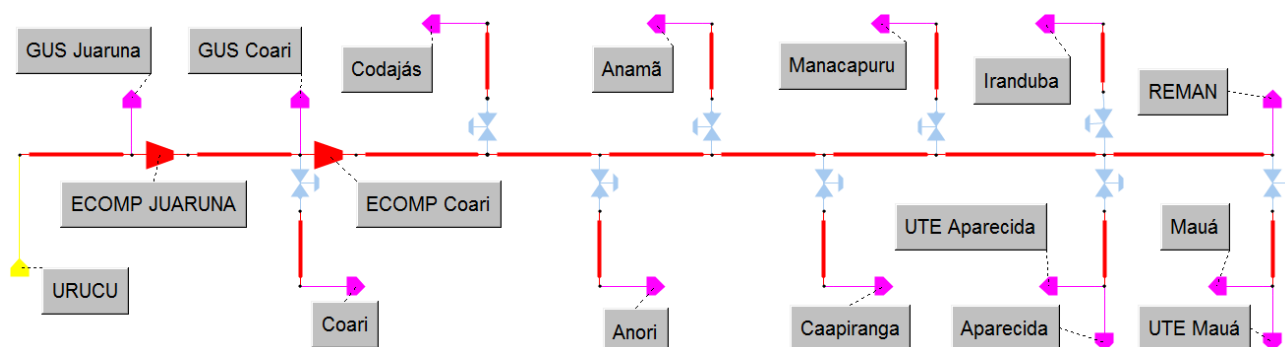


Figura 2 - Fluxograma do modelo do gasoduto Urucu-Manaus

4 PREMISSAS DE CÁLCULO

4.1 Condições de Referência

As vazões volumétricas apresentadas neste relatório utilizam os seguintes valores de pressão e temperatura como referência.

**RELATÓRIO**Nº **RL-ANP-FPL-022**REV. **C****PROGRAMA:** MODELO TEÓRICO E COMPUTACIONAL PARA AVALIAÇÃO DE CAPACIDADE DE GASODUTOS**FOLHA** 7 de 26**TÍTULO:** Documentação do Modelo de Simulação do Gasoduto Urucu-Manaus

-

-

- Pressão: 1 atm
- Temperatura: 20°C

4.2 Modelo de transferência de calor

- Coeficiente de transferência de calor global solo-tubo: 1,9 Kcal/hm²°C (valor arbitrado, não disponível nos documentos de referência)

4.3 Temperatura do solo

- Valor médio baseado nos dados apresentados na referência 2.1: 31,5°C

4.4 Correlações Adotadas

De forma a seguir as orientações gerais para construção de modelos de simulação computacional de gasodutos apresentadas na referência 2.6, as seguintes correlações foram adotadas:

- Equação de Estado: BWRS
- Fator de Atrito: Colebrook

4.5 Software utilizado

- Pipeline Studio versão 3.4.1.0

4.6 Características do Gás

As composições apresentadas na Tabela 1 são referentes ao mês de janeiro de 2015 e foram obtidas a partir dos sumários estatísticos dos Certificados de Qualidade do Gás (Ref. 2.20).

Tabela 1 – Composição do Gás Natural

Fonte	Urucu
C1	74,29
C2	10,46
C3	0,42
C4	0,00
N2	14,67
CO2	0,16

4.7 Temperatura ambiente

- Valor médio baseado nos dados apresentados na referência 2.1: 31,5°C

**RELATÓRIO**Nº **RL-ANP-FPL-022**REV. **C****PROGRAMA:** MODELO TEÓRICO E COMPUTACIONAL PARA AVALIAÇÃO DE CAPACIDADE DE GASODUTOS**FOLHA** 8 de 26**TÍTULO:** Documentação do Modelo de Simulação do Gasoduto Urucu-Manaus

-

-

4.8 Viscosidade

- Informação não disponível nos documentos de referência, utilizou-se a equação para cálculo de viscosidade LGE (referência 2.6)

5 CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA DE GASODUTOS**5.1 Diâmetro, Espessura e PMOA**

Com 661 km de extensão, o gasoduto Urucu-Coari-Manaus, composto pelo GARSOL no trecho Urucu-Coari com 278,8 km, e GASCOM, no trecho Coari-Manaus com 382,5 km, permitirá levar ao mercado o gás natural produzido na Bacia do Solimões, no Amazonas. Com reserva de 52,8 bilhões de metros cúbicos, o Amazonas detém a segunda maior reserva de gás natural do país, atrás apenas do Rio de Janeiro.


A operação do gasoduto GARSOL liga o Pólo Arara à Coari, passando por áreas intermediárias, como Juaruna. O gasoduto, que possui 278,8 km de comprimento e 18" de diâmetro, é responsável pelo transporte do gás natural e permite operar apenas no sentido Urucu – Coari.

A operação do gasoduto GASCOM liga Coari à REMAN, em Manaus, passando por diversas áreas intermediárias, como Codajás, Anori, Anamã, Caapiranga, Manacapuru e Iranduba. O gasoduto, que possui 382,5 km de comprimento e possui 20" de diâmetro, é responsável pelo transporte do gás natural e permite operar apenas no sentido Coari – Manaus.

A Tabela 2 apresenta a simplificação dos dutos utilizada no modelo de simulação, de acordo com cada trecho dos dutos. Foram ignoradas as variações de espessura devido a trechos alagados e passagens de rios para simplificar a elaboração do modelo, sem afetar significativamente o resultado das simulações. As referências utilizadas para a modelagem dos trechos de dutos foram as 2.2, 2.3, 2.7, 2.8, 2.9, 2.10, 2.11, 2.12, 2.13, 2.14, 2.15, 2.16 e 2.17.

Tabela 2 - Dutos e Ramais do Sistema de Gasodutos

Gasoduto	Duto	Comprimento (km desenvolvido)	Diâmetro Nominal (pol)	Espessura (pol)	PMOA (kgf/cm²)
GARSOL	Duto1	152,10	18	0,336	120
	Duto2	127,90	18	0,336	120
GASCOM	Duto3	127,10	20	0,365	120
	Duto4	37,00	20	0,365	120
	Duto5	33,90	20	0,365	120
	Duto6	37,10	20	0,365	120
	Duto7	65,82	20	0,365	120
	Duto8	56,65	20	0,365	120

	RELATÓRIO	Nº RL-ANP-FPL-022	REV. C
	PROGRAMA: MODELO TEÓRICO E COMPUTACIONAL PARA AVALIAÇÃO DE CAPACIDADE DE GASODUTOS		FOLHA 9 de 26
	TÍTULO: Documentação do Modelo de Simulação do Gasoduto Urucu-Manaus		-

Gasoduto	Duto	Comprimento (km desenvolvido)	Diâmetro Nominal (pol)	Espessura (pol)	PMOA (kgf/cm²)
	Duto9	27,75	20	0,365	120
Ramais do GASCOM	Anamã	23,69	3	0,216	80
	Anori	27,50	3	0,216	72
	Aparecida	17,80	14	0,375	80
	Caapiranga	7,06	3	0,216	80
	Coari	25,81	4	0,237	80
	Codajás	19,05	3	0,216	72
	Iranduba	7,63	3	0,216	80
	Manacapuru	7,61	3	0,216	80
	Mauá	3,84	14	0,250	62

5.2 Perfil Altimétrico

Devido ao fato das variações de cota no sistema serem pequenas (em torno de 30 metros), e seguindo as condições da referência 2.1, foi considerado um valor constante de 45 metros em relação ao nível do mar. Essas variações não afetam os resultados das simulações devido ao nível de pressão do duto.

5.3 Rugosidade

A rugosidade dos dutos foi retirada da referência 2.1 de forma a facilitar futuras comparações de resultados entre o modelo desenvolvido e o utilizado pela TAG. A rugosidade dos ramais foi determinada através da referência 2.5, pois estes não possuem revestimento interno, de acordo com a referência 2.3.

- Gasoduto GARSOL (Urucu-Coari): 0,025 mm
- Gasoduto GASCOM (Coari-Manaus): 0,009 mm
- Ramais (sem revestimento interno): 0,018 mm

5.4 Estações de Redução de Pressão (ERP)

A Tabela 3 apresenta as informações das ERPs dos ramais pertinentes a elaboração do modelo. Como pressão de controle dos ramais, foi considerada a pressão máxima dos ramais (PMOA) como pressão de controle, para maximizar a capacidade de cada ramal. As informações foram retiradas das referências 2.3, 2.9, 2.10, 2.11, 2.12, 2.13, 2.14, 2.15, 2.16 e 2.17.

**RELATÓRIO**Nº **RL-ANP-FPL-022**REV. **C****PROGRAMA:** MODELO TEÓRICO E COMPUTACIONAL PARA AVALIAÇÃO DE CAPACIDADE DE GASODUTOS**FOLHA** 10 de 26**TÍTULO:** Documentação do Modelo de Simulação do Gasoduto Urucu-Manaus

-

-

Tabela 3 - ERPs

ERP / Ramal	Pressão de Controle Considerada (kgf/cm ²)
Coari	80
Codajás	72
Anori	72
Anamã	80
Caapiranga	80
Manacapuru	80
Iranduba	80
Aparecida	80
Mauá	62

5.5 Pontos de Entrega (PTE)

A Tabela 4 apresenta os limites de projeto dos pontos de entrega do sistema, de acordo com a referência 2.3, 2.18, 2.19 e 2.20.

Tabela 4 – Pontos de Entrega

Ponto de Entrega (PTE)	Localização Na linha tronco (km desenvolvido)	Vazão Máxima (m ³ /d)	Pressão Mínima (kgf/cm ²)
Coari	280,00	175.000	40
Codajás	407,10	60.000	40
Anori	444,10	15.000	40
Anamã	478,00	15.000	40
Caapiranga	515,10	15.000	40
Manacapuru	580,92	175.000	40
Iranduba	637,57	60.000	34
Aparecida	637,57	2.500.000	16
UTE Aparecida	637,57	1.200.000	45,5
Mauá	665,32	1.075.000	17
UTE Mauá	665,32	2.125.000	36
REMAN	665,32	400.000	40

5.6 Estações de Compressão

As estações de compressão do sistema se encontram em Juaruna (km 152,10 do GARSOL – Referência 2.2) e em Coari (km 0 do GASCOM – Referência 2.3). Não há dados suficientes para a elaboração de compressores detalhados, portanto foram utilizados compressores genéricos no modelo. Foram utilizados como limites apenas os dados de pressão máxima de descarga (120kgf/cm² – referência 2.2 e 2.3), de vazão máxima (9.600.000

**RELATÓRIO**Nº **RL-ANP-FPL-022**REV. **C****PROGRAMA:** MODELO TEÓRICO E COMPUTACIONAL PARA AVALIAÇÃO DE CAPACIDADE DE GASODUTOS**FOLHA** 11 de 26**TÍTULO:** Documentação do Modelo de Simulação do Gasoduto Urucu-Manaus

-

-

m³/d – referência 2.2 e 2.3) e de consumo dos compressores como um valor constante (60.000 m³/d – referência 2.1).

Tabela 5 - Dados dos Compressores

Dados	Juaruna	Coari
Tipo	Turbocompressor	Turbocompressor
Configuração	1 principal + 1 reserva	1 principal + 1 reserva
Turbina	Siemens SGT 200	Siemens SGT 200
Compressor	Siemens STC-SV (10-2)	Siemens STC-SV (10-2)
Vazão Máxima p/Máquina (x 10 ⁶ m ³ /dia)	9,6 (1 atm @ 20°C)	9,6 (1 atm @ 20°C)
Pressão Máxima (kgf/cm ²)	120	120
Potência p/Máquina (kW)	7680	7680

5.7 Pontos de recebimento

O sistema possui um único ponto de recebimento, localizado em Urucu. Para este caso, foi utilizado como condição de contorno apenas a pressão máxima do gasoduto, 120 kgf/cm² - referências 2.1, 2.2 e 2.7.

6 CONDIÇÕES DE CONTORNO**6.1 Perfil de Consumo**

A Tabela 6 apresenta o cenário de distribuição de demanda. Os valores apresentados representam a média diária do mês de janeiro de 2015, conforme apresentado em <http://tag.petrobras.com.br/> > Informações a ANP. Os valores apresentados no site foram convertidos para um poder calorífico de 9.400 Kcal/m³. Como os limites de escoamento devem levar em conta as vazões reais do gasoduto, estes foram convertidos para os valores de vazão ao poder calorífico real do gás de Urucu, 8.318 Kcal/m³, como informado no item 4.6.

Tabela 6 - Perfil de Consumo

Pontos de Entrega	Vazão Média Jan/15 (m ³ /d)*
Coari	0
Codajás	17.121
Anori	12.092
Anamá	7.512
Caapiranga	7.049
Manacapuru	0
Iranduba	0

**RELATÓRIO**Nº **RL-ANP-FPL-022**REV. **C****PROGRAMA:** MODELO TEÓRICO E COMPUTACIONAL PARA AVALIAÇÃO DE CAPACIDADE DE GASODUTOS**FOLHA** 12 de 26**TÍTULO:** Documentação do Modelo de Simulação do Gasoduto Urucu-Manaus

-

-

Pontos de Entrega	Vazão Média Jan/15 (m3/d)*
Aparecida	1.493.803
UTE Aparecida	1.080.580
Mauá	477.361
UTE Mauá	1.017.061
REMAN	188.157

***Poder calorífico de referência: 8318kcal/m³**

6.2 Máxima Pressão Admissível de Operação

A máxima pressão de operação na linha tronco (Urucu-Coari-Manaus) é de 120 kgf/cm². As pressões máximas nos ramais se encontram no item 5.1, Tabela 2.

6.3 Condições operacionais das estações de compressão

Utilizando os dados obtidos nas referências e explicitados no item 5.6, e visando maximizar a capacidade de transporte do gasoduto, adotou-se como hipótese apenas a pressão máxima de descarga e o limite de vazão da ECOMP. Considerou-se também um consumo constante de GUS para toda a operação, como mencionado no item 5.6.

6.4 Pressão de Entrega Nominal Contratual

A Tabela 4, apresentada no item 5.5, apresenta as pressões mínimas de cada ponto de entrega, de acordo com as referências 2.2, 2.3 e 2.20. Por questões relacionadas a operação do programa utilizado para o desenvolvimento do modelo, quando ocorre mais de um ponto de entrega num mesmo local (nó), somente é possível fixar o limite de pressão mínima em um deles. Nesse caso, quando diferentes, o limite escolhido foi o de maior pressão mínima contratual.

7 RESULTADOS DA SIMULAÇÃO

As pressões nos diversos pontos de entrega estão apresentadas na Tabela 7. A distribuição de pressão e vazão da linha tronco para a condição média de janeiro de 2015 é apresentada para cada duto da Figura 3 a Figura 12.

Tabela 7 - Pressões nos PEs

Ponto de Entrega	Localização na linha tronco (km)	Pressão (kgf/cm²)
Coari	280,00	80,00
Codajás	407,10	71,61
Anori	444,10	71,71
Anamá	478,00	79,91
Caapiranga	515,10	79,98
Manacapuru	580,92	80,00
Iranduba	637,57	80,00
Aparecida	637,57	76,90
UTE Aparecida	637,57	76,90
Mauá	665,32	61,74
UTE Mauá	665,32	61,74
REMAN	665,32	103,30

Deve-se ressaltar que os resultados das simulações que detalham as capacidades de transporte e disponível encontram-se na referência 2.21.

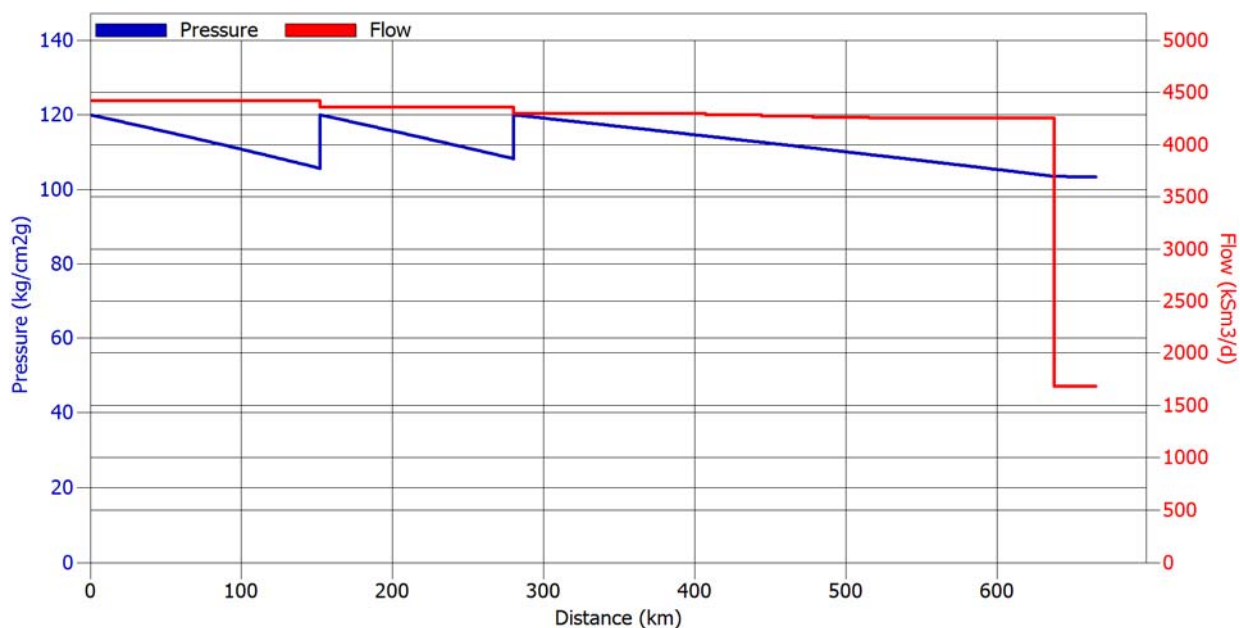


Figura 3 – Perfil de pressão e vazão na linha tronco



RELATÓRIO

Nº **RL-ANP-FPL-022**

REV. **C**

PROGRAMA: MODELO TEÓRICO E COMPUTACIONAL PARA AVALIAÇÃO DE CAPACIDADE DE GASODUTOS

FOLHA 14 de 26

TÍTULO: Documentação do Modelo de Simulação do Gasoduto Urucu-Manaus

-

-

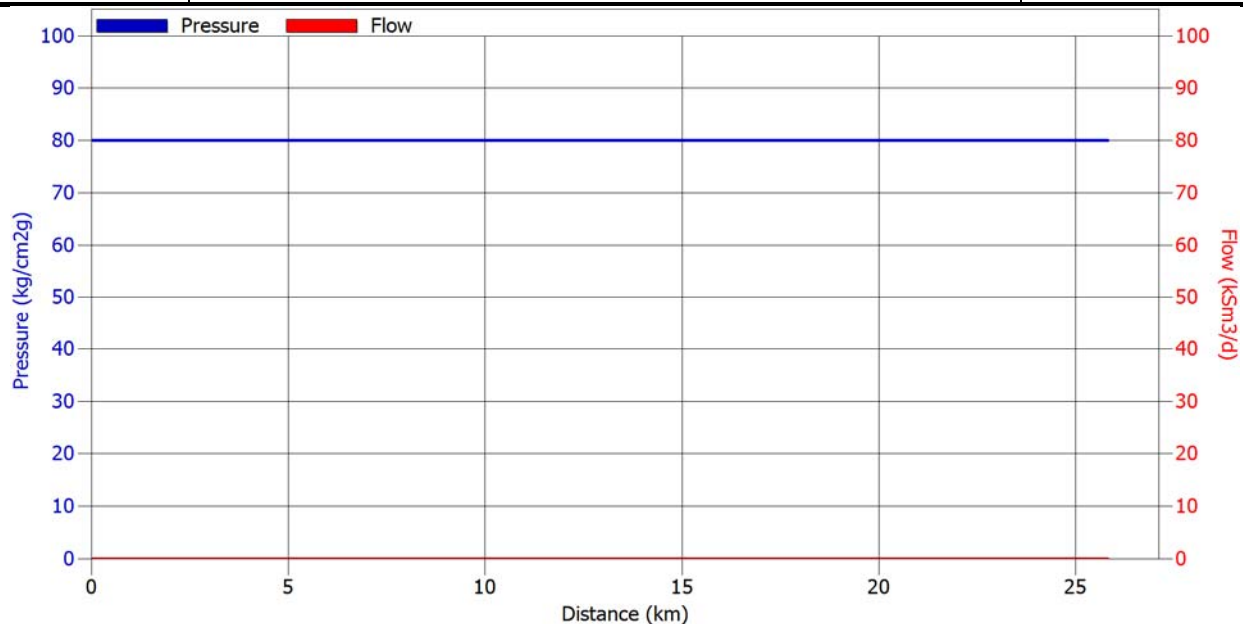


Figura 4 – Perfil de pressão e vazão - Ramal Coari

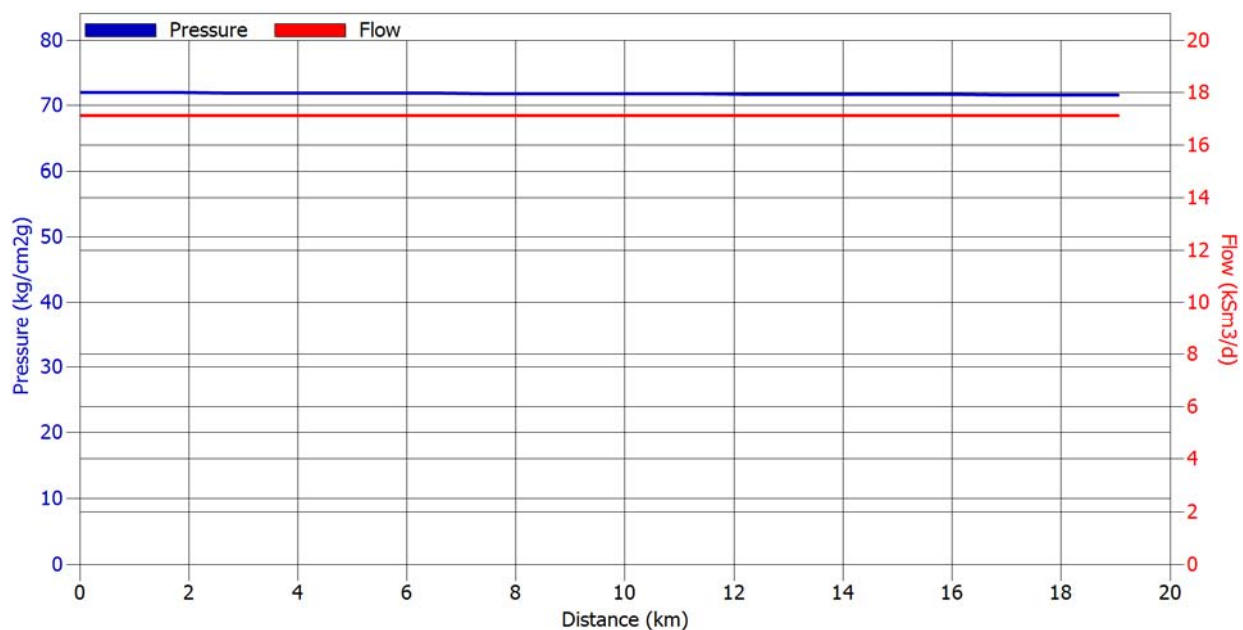


Figura 5 – Perfil de pressão e vazão - Ramal Codajás



RELATÓRIO

Nº **RL-ANP-FPL-022**

REV. **C**

PROGRAMA: MODELO TEÓRICO E COMPUTACIONAL PARA AVALIAÇÃO DE CAPACIDADE DE GASODUTOS

FOLHA 15 de 26

TÍTULO: Documentação do Modelo de Simulação do Gasoduto Urucu-Manaus

-

-

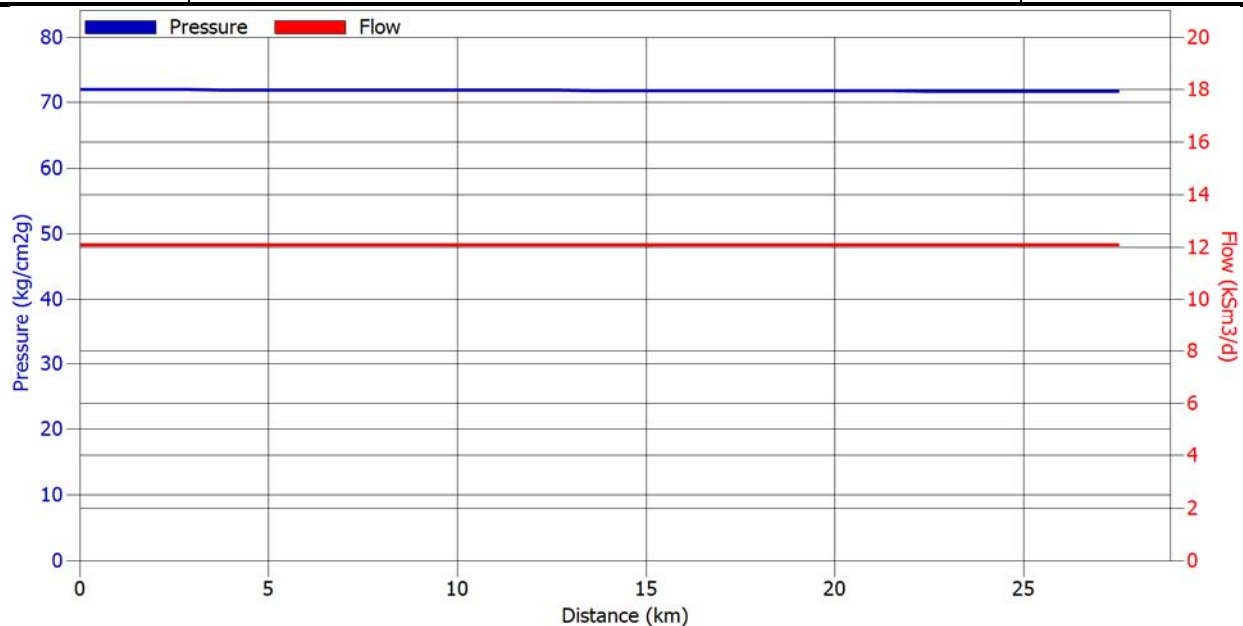


Figura 6 – Perfil de pressão e vazão - Ramal Anori

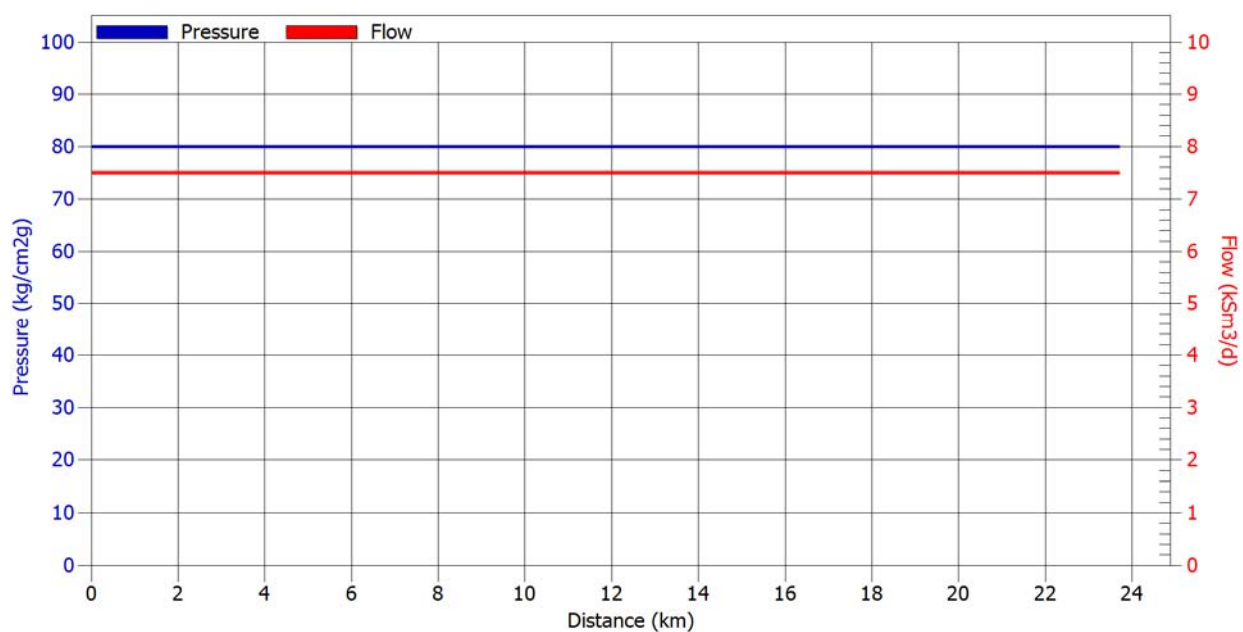


Figura 7 – Perfil de pressão e vazão - Ramal Anamã



RELATÓRIO

Nº **RL-ANP-FPL-022**

REV. **C**

PROGRAMA: MODELO TEÓRICO E COMPUTACIONAL PARA AVALIAÇÃO DE CAPACIDADE DE GASODUTOS

FOLHA 16 de 26

TÍTULO: Documentação do Modelo de Simulação do Gasoduto Urucu-Manaus

-

-

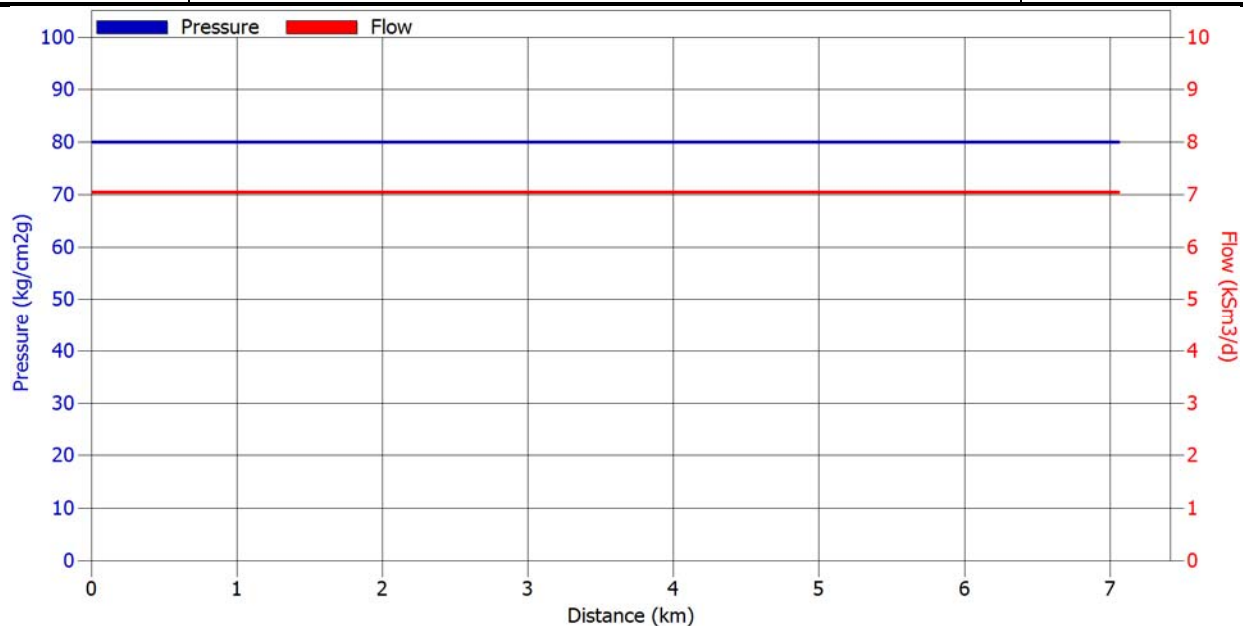


Figura 8 – Perfil de pressão e vazão - Ramal Caapiranga

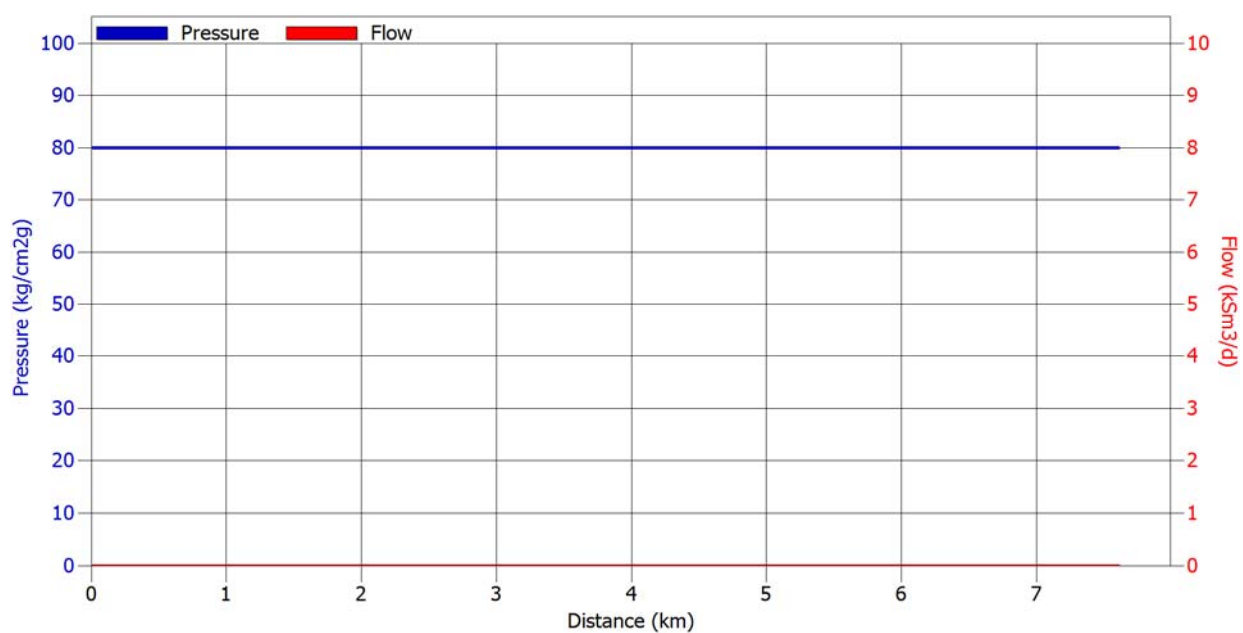


Figura 9 – Perfil de pressão e vazão - Ramal Manacapuru



RELATÓRIO

Nº **RL-ANP-FPL-022**

REV. **C**

PROGRAMA: MODELO TEÓRICO E COMPUTACIONAL PARA AVALIAÇÃO DE CAPACIDADE DE GASODUTOS

FOLHA 17 de 26

TÍTULO: Documentação do Modelo de Simulação do Gasoduto Urucu-Manaus

-

-

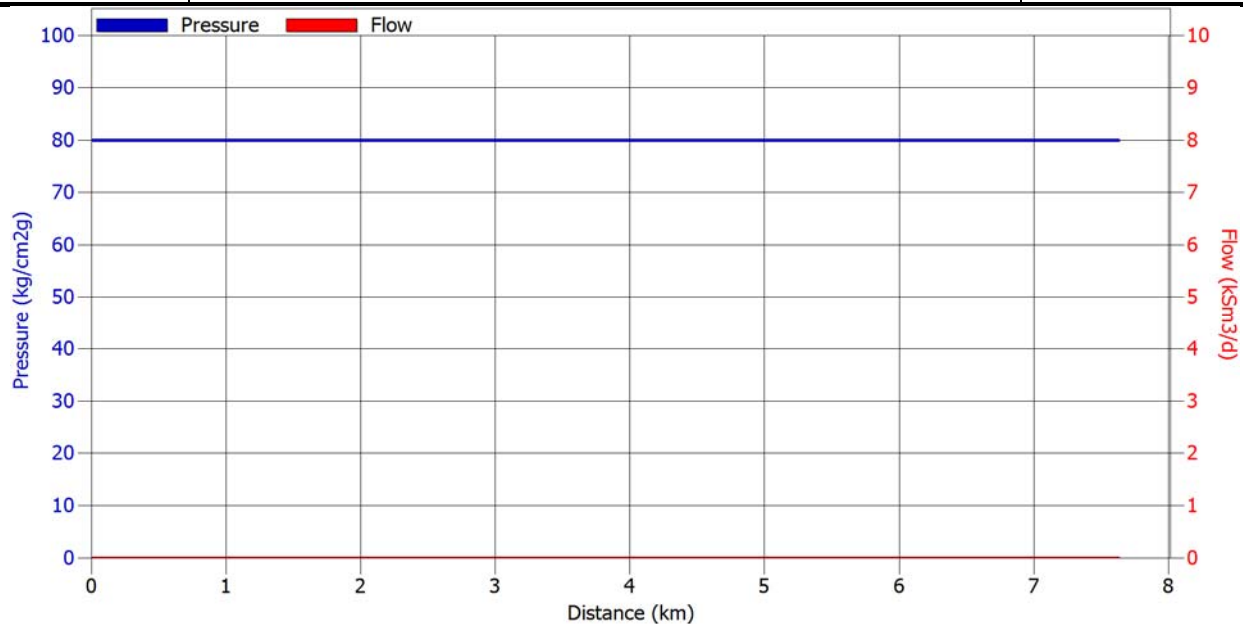


Figura 10 – Perfil de pressão e vazão - Ramal Iranduba

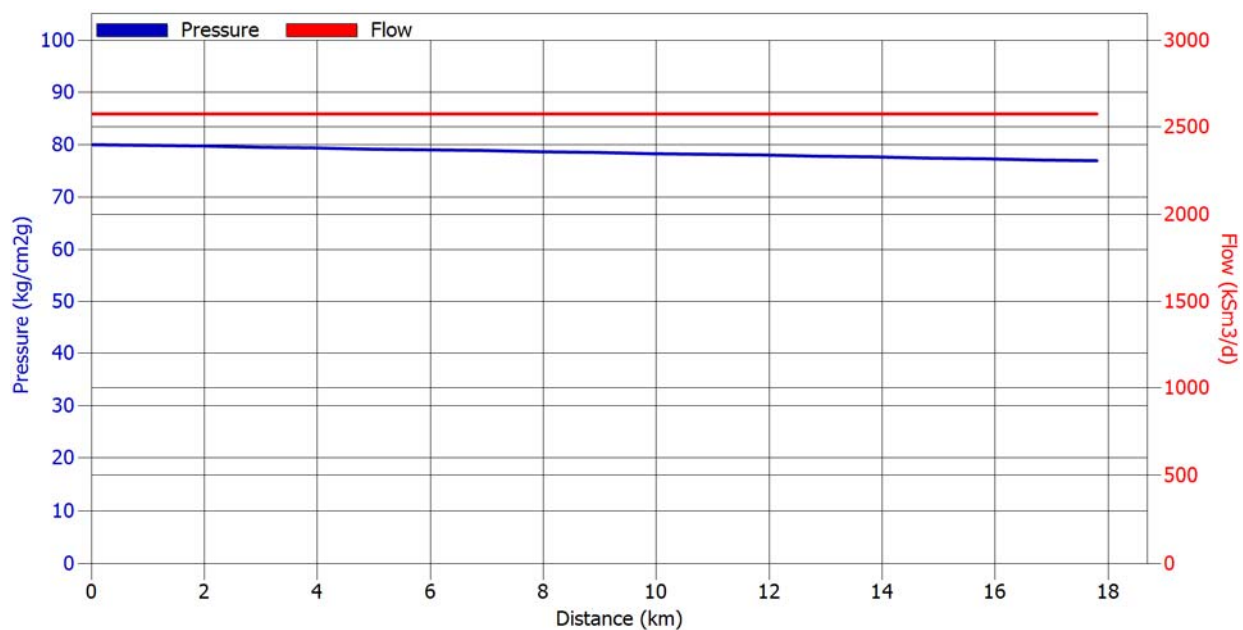


Figura 11 – Perfil de pressão e vazão - Ramal Aparecida



RELATÓRIO

Nº **RL-ANP-FPL-022**

REV. **C**

PROGRAMA: MODELO TEÓRICO E COMPUTACIONAL PARA AVALIAÇÃO DE CAPACIDADE DE GASODUTOS

FOLHA 18 de 26

TÍTULO: Documentação do Modelo de Simulação do Gasoduto Urucu-Manaus

-

-

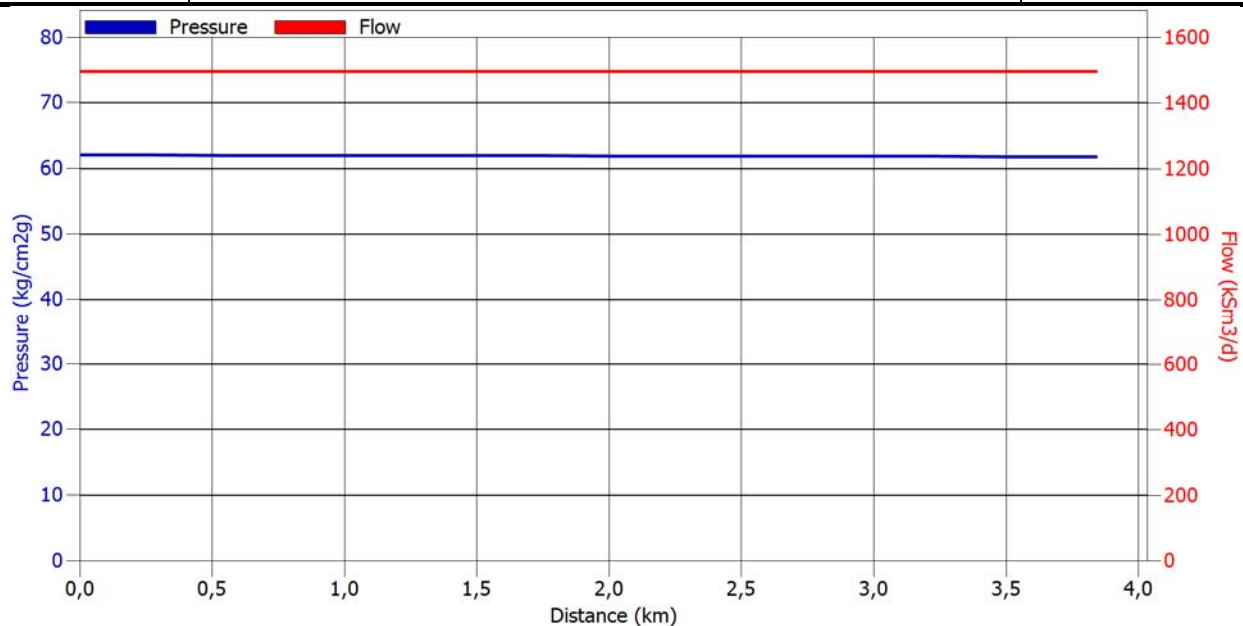


Figura 12 – Perfil de pressão e vazão - Ramal Mauá



RELATÓRIO

Nº **RL-ANP-FPL-022**

REV. **C**

PROGRAMA: MODELO TEÓRICO E COMPUTACIONAL PARA AVALIAÇÃO DE CAPACIDADE DE GASODUTOS

FOLHA 19 de 26

TÍTULO: Documentação do Modelo de Simulação do Gasoduto Urucu-Manaus

-

-

8 ANEXOS

8.1 “STEADY STATE REPORT” DO MODELO

* URUCU - MANAUS *

*
* Default Initial Values Selected: *
*
* Pressure 87.167 *
* Flow 401.885 *
* Temperature 31.500 *
* % Nitrogen 14.670 *
* % Carbon Dioxide 0.160 *
* % Methane 74.290 *
* % Ethane 10.460 *
* % Propane 0.420 *
* % i-Butane 0.000 *
* % n-Butane 0.000 *
*

*
* Problem Size Report *
*

*
* Number Maximum *
* Used Allowed *
* ----- *
*
* External Regulators 15 5000 *
* Equipment Devices 11 3000 *
* Drivers/Turbines 0 500 *
* Legs 18 10000 *
* Nodes 30 20000 *
* Knots 850 30000 *
* Stations 0 500 *
* Banks 0 1000 *
* Groups 0 1000 *
* Plants 0 10 *
* Compressor Perf Types 0 500 *
* Driver/Turb Perf Types 0 500 *
* Cylinder Types 0 500 *
* Fluids 1 100 *
* Qualities 13 26 *
*

* Steady State Convergence Summary *



RELATÓRIO

Nº **RL-ANP-FPL-022**

REV. **C**

PROGRAMA: MODELO TEÓRICO E COMPUTACIONAL PARA AVALIAÇÃO DE CAPACIDADE DE GASODUTOS

FOLHA 20 de 26

TÍTULO: Documentação do Modelo de Simulação do Gasoduto Urucu-Manaus

Iteration Number	Tolerance Requested	Greatest Hydraulic Adjustment	Greatest Temperature Adjustment	Greatest Composition Adjustment	Associated Device
0	0.0001000	10.6938190	0.0000000	0.0000000	Pipe RAMAL_ANORI
1	0.0001000	0.5368471	0.0000000	0.0000000	FLUX 7B
2	0.0001000	0.3763757	0.0000000	0.0000000	FLUX 4
3	0.0001000	0.3333333	0.0000000	0.0000000	Node 7B
4	0.0001000	0.3333333	0.0000000	0.0000000	Node 7B
DPMX increased to 9764.8564					
5	0.0001000	0.3333333	0.0000000	0.0000000	Node 7B
6	0.0001000	0.2025602	0.0000000	0.0000000	Node 7B
7	0.0001000	0.0016416	0.0000000	0.0000000	Node 7B
8	0.0001000	0.0003832	0.0000000	0.0000000	Node 7B
DPMX increased to 19529.713					
9	0.0001000	0.0000005	0.0000000	0.0000000	Node 12
----- Mode Changes -----					
10	Equip	ERP_COARI	FROM: Max PD	TO: Closed	
----- Mode Rejects -----					
10	Equip	ERP_COARI	FROM: Closed	TO: Max PD	
10	0.0001000	0.0000005	0.0000000	0.0000000	FLUX 4
----- Mode Changes -----					
11	Equip	ERP_COARI	FROM: Max PD	TO: Closed	
----- Mode Rejects -----					
11	Equip	ERP_COARI	FROM: Closed	TO: Max PD	
11	0.0001000	0.0000003	0.0000488	0.0000000	TNODE 12B
DPMX increased to 39059.426					
12	0.0001000	0.1078269	0.0000488	0.0000000	FLUX 3
13	0.0001000	0.0001283	0.0000579	0.0000000	Node 11D
14	0.0001000	0.0016139	0.0000579	0.0000000	FLUX 5
DPMX increased to 48824.281					
15	0.0001000	0.0000016	0.0000737	0.0000000	TNODE 11D
16	0.0001000	0.0000547	0.0000023	0.0000000	FLUX 4

* URUCU - MANAUS *

* Reference Conditions Report *

Reference Pressure = 0.00 KG/CM2G
Reference Temperature = 20.00 (DEG C)

* Leg Hydraulic Summary Report ----- Time = 0.000 (HRS) *



RELATÓRIO

Nº **RL-ANP-FPL-022**

REV. **C**

PROGRAMA: MODELO TEÓRICO E COMPUTACIONAL PARA AVALIAÇÃO DE CAPACIDADE DE GASODUTOS

FOLHA 21 de 26

TÍTULO: Documentação do Modelo de Simulação do Gasoduto Urucu-Manaus

-
-

Leg ID	Pressure		Flow		Line	Temperature	
	KG/CM2G		(KSM3/D)		Pack	(DEG C)	
	Head	Tail	Head	Tail	(KSM3)	Head	Tail
DUTO1	120.00	105.65	4420.739	4420.737	2894.0540	31.50	30.50
DUTO2	120.00	108.24	4360.737	4360.737	2428.3401	38.30	30.95
DUTO3	120.00	114.32	4300.737	4300.735	3069.5525	37.26	31.33
DUTO4	114.32	112.65	4283.615	4283.614	872.6697	31.33	31.18
DUTO5	112.65	111.10	4271.522	4271.522	788.0117	31.18	31.13
DUTO6	111.10	109.38	4264.011	4264.010	849.2982	31.13	31.10
DUTO7	109.38	106.28	4256.961	4256.960	1472.1427	31.10	31.07
DUTO8	106.28	103.53	4256.960	4256.960	1230.5891	31.07	31.05
DUTO9	103.53	103.30	1682.577	1682.576	592.8799	31.05	31.40
RAMAL_ANAMÃ	80.00	79.91	7.511	7.511	9.7322	20.30	31.50
RAMAL_ANORI	72.00	71.71	12.091	12.091	10.0742	16.35	31.50
RAMAL_APARECIDA	80.00	76.90	2574.383	2574.383	138.4377	22.82	25.99
RAMAL_CAAPIRANGA	80.00	79.98	7.049	7.049	2.9112	20.86	31.50
RAMAL_COARI	80.00	80.00	0.000	0.000	18.2291	31.50	31.50
RAMAL_CODAJÁS	72.00	71.61	17.121	17.121	6.9915	15.93	31.49
RAMAL_IRANDUBA	80.00	80.00	0.000	0.000	3.1294	31.50	31.50
RAMAL_MANACAPURU	80.00	80.00	0.000	0.000	3.1212	31.50	31.50
RAMAL MAUÁ	62.00	61.74	1494.420	1494.420	24.8717	15.32	18.72

* Equipment Hydraulic Report ----- Time = 0.000 (HRS) *

::
:: Equipment Hydraulic Summary Report ::
::

Equipment ID	Mode of Control	Pressure KG/CM2G		Flow (KSM3/D)	Temperature (DEG C)		Spc Grv	Heating Value KCAL/M³
		Up	Down		Up	Down		
ECOMP_COARI	Max PD	108.24	120.00	4300.74	30.95	37.26	0.6708	7487.47
ECOMP_JUARUNA	Max PD	105.65	120.00	4360.74	30.50	38.30	0.6708	7487.47
ERP_ANAMÃ	Max PD	111.10	80.00	7.51	31.13	20.30	0.6708	7487.47
ERP_ANORI	Max PD	112.65	72.00	12.09	31.18	16.35	0.6708	7487.47
ERP_APARECIDA	Max PD	103.53	80.00	2574.38	31.05	22.82	0.6708	7487.47
ERP_CAAPIRANGA	Max PD	109.38	80.00	7.05	31.10	20.86	0.6708	7487.47
ERP_COARI	Max PD	108.24	80.00	0.00	30.95	31.22	0.6708	7487.47
ERP_CODAJÁS	Max PD	114.32	72.00	17.12	31.33	15.93	0.6708	7487.47
ERP_IRANDUBA	Max PD	103.53	80.00	0.00	31.05	31.28	0.6708	7487.47
ERP_MANACAPURU	Max PD	106.28	80.00	0.00	31.07	31.28	0.6708	7487.47
ERP MAUÁ	Max PD	103.30	62.00	1494.42	31.40	15.32	0.6708	7487.47

Equipment ID	Current	Accumulated	Timer
	Flow Rate	Volume	Value
	(KSM3/D)	(KSM3)	(HRS)
ECOMP_COARI	4300.74	0.00	0.000
ECOMP_JUARUNA	4360.74	0.00	0.000
ERP_ANAMÃ	7.51	0.00	0.000
ERP_ANORI	12.09	0.00	0.000
ERP_APARECIDA	2574.38	0.00	0.000



RELATÓRIO

Nº **RL-ANP-FPL-022**

REV. **C**

PROGRAMA: MODELO TEÓRICO E COMPUTACIONAL PARA AVALIAÇÃO DE CAPACIDADE DE GASODUTOS

FOLHA 22 de 26

TÍTULO: Documentação do Modelo de Simulação do Gasoduto Urucu-Manaus

-

-

ERP_CAAPIRANGA	7.05	0.00	0.000
ERP_COARI	0.00	0.00	0.000
ERP_CODAJÁS	17.12	0.00	0.000
ERP_IRANDUBA	0.00	0.00	0.000
ERP_MANACAPURU	0.00	0.00	0.000
ERP_MAUÁ	1494.42	0.00	0.000

Compressor	Head	Actual	Speed	Adiab	Dschrg	Power	Power
		Flow		Effic	Temp	Required	Available
ID	(M)M3/D)	(M3/H)	(RPM)	(PERCNT)	(DEG C)	(HP)	(HP)
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
ECOMP_COARI	1175.39	1500.35		100.00	37.26	621.45	621.45
ECOMP_JUARUNA	1454.66	1556.95		100.00	38.30	779.84	779.84

::
:: Regulator Hydraulic Summary Report ::
::

Regulator ID	Mode of Control	Pressure KG/CM2G		Flow (KSM3/D)	Temperature (DEG C)		Spc Grv	Heating Value KCAL/M³
		Up	Down		Up	Down		
ERP_ANAMÃ	Max PD	111.10	80.00	7.51	31.13	20.30	0.6708	7487.47
ERP_ANORI	Max PD	112.65	72.00	12.09	31.18	16.35	0.6708	7487.47
ERP_APARECIDA	Max PD	103.53	80.00	2574.38	31.05	22.82	0.6708	7487.47
ERP_CAAPIRANGA	Max PD	109.38	80.00	7.05	31.10	20.86	0.6708	7487.47
ERP_COARI	Max PD	108.24	80.00	0.00	30.95	31.22	0.6708	7487.47
ERP_CODAJÁS	Max PD	114.32	72.00	17.12	31.33	15.93	0.6708	7487.47
ERP_IRANDUBA	Max PD	103.53	80.00	0.00	31.05	31.28	0.6708	7487.47
ERP_MANACAPURU	Max PD	106.28	80.00	0.00	31.07	31.28	0.6708	7487.47
ERP_MAUÁ	Max PD	103.30	62.00	1494.42	31.40	15.32	0.6708	7487.47

Regulator	Current	Accumulated	Timer
	Flow Rate	Volume	Value
ID	(KSM3/D)	(KSM3)	(HRS)
-----	-----	-----	-----
ERP_ANAMÃ	7.51	0.00	0.000
ERP_ANORI	12.09	0.00	0.000
ERP_APARECIDA	2574.38	0.00	0.000
ERP_CAAPIRANGA	7.05	0.00	0.000
ERP_COARI	0.00	0.00	0.000
ERP_CODAJÁS	17.12	0.00	0.000
ERP_IRANDUBA	0.00	0.00	0.000
ERP_MANACAPURU	0.00	0.00	0.000
ERP_MAUÁ	1494.42	0.00	0.000

::
:: Compressor Hydraulic Summary Report ::
::



RELATÓRIO

Nº **RL-ANP-FPL-022**

REV. **C**

PROGRAMA: MODELO TEÓRICO E COMPUTACIONAL PARA AVALIAÇÃO DE CAPACIDADE DE GASODUTOS

FOLHA 23 de 26

TÍTULO: Documentação do Modelo de Simulação do Gasoduto Urucu-Manaus

-
-

Compressor ID	Mode of Control	Pressure KG/CM2G		Flow (KSM3/D)	Temperature (DEG C)		Spc Grv	Heating Value KCAL/M³
		Up	Down		Up	Down		
		-----	-----		-----	-----		
ECOMP_COARI	Max PD	108.24	120.00	4300.74	30.95	37.26	0.6708	7487.47
ECOMP_JUARUNA	Max PD	105.65	120.00	4360.74	30.50	38.30	0.6708	7487.47

Compressor ID	Current	Accumulated	Timer
	Flow Rate	Volume	Value
	(KSM3/D)	(KSM3)	(HRS)
ECOMP_COARI	4300.74	0.00	0.000
ECOMP_JUARUNA	4360.74	0.00	0.000

Compressor ID	Head (M)M3/D)	Actual	Speed (RPM)	Adiab	Dschrg	Power	Power
		Flow		Effic	Temp	Required	Available
		(M3/H)		(PERCNT)	(DEG C)	(HP)	(HP)
ECOMP_COARI	1175.39	1500.35		100.00	37.26	621.45	621.45
ECOMP_JUARUNA	1454.66	1556.95		100.00	38.30	779.84	779.84

* External Regulator Hydraulic Report ----- Time = 0.000 (HRS) *

::
:: External Regulator Flow Balance Report ::
::

	Mass Units	Volumetric Units
	(KG/H)	(KSM3/D)
Total input flow	148772.422	4420.739
Total output flow	148772.172	4420.731
Network flow balance	0.250	0.008

::
:: External Regulator Hydraulic Summary Report ::
::

External Regulator ID	Mode of Control	Pressure KG/CM2G	Flow (KSM3/D)	Temperature (DEG C)	Specific	Heating
					Gravity	Value
					-----	KCAL/M³
ANAMÃ	Max Flow	79.91	7.511	31.50	0.6708	7487.47
ANORI	Max Flow	71.71	12.091	31.50	0.6708	7487.47
APARECIDA	Max Flow	76.90	1493.803	25.99	0.6708	7487.47
CAAPIRANGA	Max Flow	79.98	7.049	31.50	0.6708	7487.47
COARI	Max Flow	80.00	0.000	31.50	0.6708	7487.47
CODAJÁS	Max Flow	71.61	17.121	31.49	0.6708	7487.47
GUS_COARI	Max Flow	108.24	60.000	30.95	0.6708	7487.47



RELATÓRIO

Nº **RL-ANP-FPL-022**

REV. **C**

PROGRAMA: MODELO TEÓRICO E COMPUTACIONAL PARA AVALIAÇÃO DE CAPACIDADE DE GASODUTOS

FOLHA 24 de 26

TÍTULO: Documentação do Modelo de Simulação do Gasoduto Urucu-Manaus

-

-

GUS_JUARUNA	Max Flow	105.65	60.000	30.50	0.6708	7487.47
IRANDUBA	Max Flow	80.00	0.000	31.50	0.6708	7487.47
MANACAPURU	Max Flow	80.00	0.000	31.50	0.6708	7487.47
MAUÁ	Max Flow	61.74	477.360	18.72	0.6708	7487.47
REMAN	Max Flow	103.30	188.156	31.40	0.6708	7487.47
URUCU	Max Pres	120.00	-4420.739	31.50	0.6708	7487.47
UTE_APARECIDA	Max Flow	76.90	1080.580	25.99	0.6708	7487.47
UTE_MAUÁ	Max Flow	61.74	1017.060	18.72	0.6708	7487.47

External Regulator ID	Current Flow Rate (KSM3/D)	Accumulated Volume (KSM3)	Timer Value (HRS)
ANAMÃ	7.511	0.000	0.000
ANORI	12.091	0.000	0.000
APARECIDA	1493.803	0.000	0.000
CAAPIRANGA	7.049	0.000	0.000
COARI	0.000	0.000	0.000
CODAJÁS	17.121	0.000	0.000
GUS_COARI	60.000	0.000	0.000
GUS_JUARUNA	60.000	0.000	0.000
IRANDUBA	0.000	0.000	0.000
MANACAPURU	0.000	0.000	0.000
MAUÁ	477.360	0.000	0.000
REMAN	188.156	0.000	0.000
URUCU	-4420.739	0.000	0.000
UTE_APARECIDA	1080.580	0.000	0.000
UTE_MAUÁ	1017.060	0.000	0.000

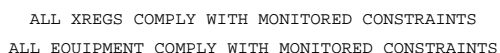
::
:: Supply External Regulator Hydraulic Summary Report ::
::


Supply Xreg ID	Mode of Control	Pressure KG/CM2G	Flow (KSM3/D)	Temperature (DEG C)	Specific Gravity	Heating Value KCAL/M³
URUCU	Max Pres	120.00	-4420.739	31.50	0.6708	7487.47

Supply Xreg ID	Current Flow Rate (KSM3/D)	Accumulated Volume (KSM3)	Timer Value (HRS)
URUCU	-4420.739	0.000	0.000

::
:: Delivery External Regulator Hydraulic Summary Report ::
::

Delivery Xreg ID	Mode of Control	Pressure KG/CM2G	Flow (KSM3/D)	Temperature (DEG C)	Specific Gravity	Heating Value KCAL/M³



	RELATÓRIO		Nº	RL-ANP-FPL-022		REV.	C
	PROGRAMA: MODELO TEÓRICO E COMPUTACIONAL PARA AVALIAÇÃO DE CAPACIDADE DE GASODUTOS					FOLHA	26 de 26
	TÍTULO: Documentação do Modelo de Simulação do Gasoduto Urucu-Manaus						-
							-
<div>TRANSIENT GAS NETWORK MODEL (TGNET)</div> <div>RELEASE 7.6 LEVEL 00 30-SEP-2008</div> <div>STEADY-STATE MODULE</div>							