


**RELATÓRIO**Nº **RL-ANP-FPL-034**REV. **B****PROGRAMA:** MODELO TEÓRICO E COMPUTACIONAL PARA AVALIAÇÃO DE CAPACIDADE DE GASODUTOS**FOLHA** 2 de 25**TÍTULO:** Documentação do Modelo de Simulação da Malha Nordeste Setentrional – Guamaré-Pilar

-

-

ÍNDICE

1	OBJETIVO	3
2	DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA	3
3	DESCRIÇÃO GERAL DO MODELO	4
4	PREMISSAS DE CÁLCULO	7
4.1	CONDIÇÕES DE REFERÊNCIA	7
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	8
4.8	VISCOSIDADE	8
5	CARACTERÍSTICAS DOS SISTEMAS DE GASODUTOS	8
5.1	DIÂMETRO, ESPESSURA E PMOA	8
5.2	PERFIL ALTIMÉTRICO	10
5.3	RUGOSIDADE	12
5.4	ESTAÇÕES DE REDUÇÃO DE PRESSÃO (ERP)	12
5.5	PONTOS DE ENTREGA (PTE)	12
5.6	ESTAÇÕES DE COMPRESSÃO (SCOMP)	13
5.7	PONTOS DE RECEBIMENTO (PTR)	14
6	CONDIÇÕES DE CONTORNO	14
6.1	PERFIL DE CONSUMO	14
6.2	MÁXIMA PRESSÃO ADMISSÍVEL DE OPERAÇÃO	14
6.3	CONDIÇÕES OPERACIONAIS DAS ESTAÇÕES DE COMPRESSÃO	15
6.4	PRESSÃO DE ENTREGA NOMINAL CONTRATUAL	15
7	RESULTADOS DA SIMULAÇÃO	15
8	ANEXOS	19
8.1	“STEADY STATE REPORT” DO MODELO	19

	RELATÓRIO	Nº RL-ANP-FPL-034	REV. B
	PROGRAMA: MODELO TEÓRICO E COMPUTACIONAL PARA AVALIAÇÃO DE CAPACIDADE DE GASODUTOS	FOLHA 3 de 25	
	TÍTULO: Documentação do Modelo de Simulação da Malha Nordeste Setentrional – Guamaré-Pilar	-	-
1 OBJETIVO <p>Documentar as informações necessárias para a criação dos modelos computacionais de parte da rede de gasodutos denominada pelo Transportador como malha Nordeste Setentrional, composta pelos gasodutos Nordestão, GASALP e Pilar-Ipojuca e apresentar as características físicas e valores limites de projeto dos diversos elementos que compõe os modelos 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> <ul style="list-style-type: none"> 2.1. RL-ANP-FPL-012_Rev.A – Metodologia para Cálculo de Capacidade 2.2. RL-ANP-FPL-007_Rev.A – Análise da Influência de Parâmetros Utilizados no Modelo de Cálculo da Capacidade 2.3. MO-5TP-00078-C – Manual de Operação Gasoduto Guamaré/Cabo - NORDESTÃO 12" 2.4. MO-5TP-00082-A – Manual de Operação do Gasoduto Pilar/Cabo - GASALP 12" 2.5. MO-5TP-00073-A – Manual de Operação Gasoduto Pilar/Ipojuca – GASPIL 24" 2.6. DE-4450.20-6500-200-EAR-001 a 425 – Perfil do Nordestão 2.7. DE-4450.20-6521-942-PEN-001 a 002 – Perfil do Variante do Nordestão 2.8. DE-4450.25-6500-200-EFN-001 a 201 – Perfil do GASALP 2.9. DE-4717.12-6521-948-OAS-001 a 188 – Perfil do Pilar-Ipojuca 2.10. DE-4450.12-6521-948-COR-001 a 011 – Perfil do Ramal de Termopernambuco 2.11. MD-4450.47-6240-941-PEN-001_Rev.0 – Aluguel de Compressão – Estação Macaiba 2.12. MD-4450.48-6240-941-PEN-001_Rev.0 – Aluguel de Compressão – Estação Santa Rita 2.13. Autorização ANP Nº 530 de 2.11.2011 – DOU 5.11.2011 2.14. Autorização ANP Nº 431 de 17.10.2014 – DOU 20.10.2014 2.15. Processo ANP nº 48610.010500/2012-40 2.16. RL-ANP-FPL-035_RA - Cálculo de Capacidade da Malha Nordeste Setentrional – Guamaré-Pilar 			

**RELATÓRIO**Nº **RL-ANP-FPL-034**REV. **B****PROGRAMA:** MODELO TEÓRICO E COMPUTACIONAL PARA AVALIAÇÃO DE CAPACIDADE DE GASODUTOS**FOLHA** 4 de 25**TÍTULO:** Documentação do Modelo de Simulação da Malha Nordeste Setentrional – Guamaré-Pilar

-

-

3 DESCRIÇÃO GERAL DO MODELO

A rede de gasodutos denominada pelo Transportador como malha de gasodutos Nordeste Setentrional foi dividida em dois modelos, de acordo com a metodologia apresentada na referência 2.1. O ponto de corte foi o Ponto de Recebimento (PTR) de Guamaré. Este relatório se refere ao trecho Guamaré-Pilar, modelo composto pelos gasodutos Nordestão, GASALP e Pilar-Ipojuca.

Segundo a referência 2.3, o gasoduto Guamaré-Cabo (NORDESTÃO) se inicia na Estação de Guamaré, Rio Grande do Norte e termina na Estação de Cabo, Pernambuco, passando pelos Estados do Rio Grande do Norte e da Paraíba, tendo 434 km de extensão e diâmetro de 12". Foi construído no ano de 1984, sendo o primeiro gasoduto da Malha Nordeste Setentrional e tendo entrado em operação em 1985.

Foi projetado para operar com 100 kgf/cm². Em face do crescimento populacional e, conseqüentemente, das mudanças de classe de locação, sofreu diminuição da pressão de operação e, inicialmente, operou com 75 kgf/cm² até conclusão das intervenções e serviços que o habilitaram a operar a 100 kgf/cm². Destaca-se, entre as obras de reabilitação, a construção da Variante do NORDESTÃO entre os quilômetros 382,5 e 403,5, com extensão de 31,8 km, que começou a operar em 2010, incorporando-se ao NORDESTÃO. A implementação da Variante tomou como base as recomendações do Relatório de Reavaliação da Classe de Locação e Distância entre Válvulas (de 2001).

O antigo trecho de 21 km de extensão e 12" de diâmetro nominal, entre o km 382,5 e o km 403,5, passou a se chamar Ramal Recife. Nas extremidades foram instaladas Estações Redutoras de Pressão (ERP's) que reduzem a pressão de operação desse ramal para 55 kgf/cm².

Em 2005 entrou em operação o Ramal Santa Rita – São Miguel de Taipu/Campina Grande de 8" de diâmetro nominal e 120 km de comprimento, sendo que apenas os primeiros 25 km são de responsabilidade da TAG. Incluem-se no km 25 uma válvula de bloqueio, que serve para delimitar a responsabilidade operacional entre a TAG e a PBGÁS. Este ramal tem início no km 291 do Nordestão.

O Sistema constituído pelo NORDESTÃO e pelos ramais supracitados atende no total a 14 Pontos de Entrega, sendo 3 no Rio Grande do Norte, 4 na Paraíba e 7 em Pernambuco. Todos os PTEs foram modernizados e adequados a pressão de 100 kgf/cm². O gasoduto se interliga com o Gasoduto Pilar-Cabo (GASALP) na Estação de Cabo, município de Cabo de Santo Agostinho/PE.

De acordo com a referência 2.4, o GASALP de 12" de diâmetro e 204 km, foi construído entre os anos de 1998 e 1999 e iniciou sua operação comercial em março de 2003, fornecendo gás natural para os estados de Alagoas e Pernambuco.

**RELATÓRIO**Nº **RL-ANP-FPL-034**REV. **B****PROGRAMA:** MODELO TEÓRICO E COMPUTACIONAL PARA AVALIAÇÃO DE CAPACIDADE DE GASODUTOS**FOLHA**
5 de 25**TÍTULO:**
Documentação do Modelo de Simulação
da Malha Nordeste Setentrional – Guamaré-Pilar

-

-

O Ramal Termopernambuco foi construído entre os anos de 2002 e 2003, iniciando sua operação em 2003. O mesmo inicia-se na EDG Ipojuca, no km 188 do GASALP, e termina no Ponto de Entrega da UTE Termopernambuco, com 16" de diâmetro e 11,6 km de extensão.

O Gasoduto Pilar-Ipojuca (GASPIL), conforme referência 2.5, foi construído na mesma faixa do GASALP, com 24" de diâmetro nominal, aproximadamente 187 km de extensão e foi projetado para escoar gás natural entre a EDG Pilar, localizada no município de Marechal Deodoro, no estado de Alagoas, e a área de lançadores e recebedores de PIG localizada no município de Ipojuca, no estado de Pernambuco. Uma visão geral do sistema está apresentada na Figura 1.

O modelo de simulação desenvolvido compreende todos os dutos e 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.

Figura 2 – Fluxograma do modelo



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.

- Pressão: 1 atm
- Temperatura: 20°C

4.2 Modelo de transferência de calor

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

4.3 Temperatura do solo

- 30°C (Valor arbitrado, não disponível nos documentos de referência)

4.4 Correlações Adotadas

De forma a seguir as orientações gerais para construção de modelos de simulação computacional de gasodutos apresentadas na referência 2.2, 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. 2.15).

Tabela 1 – Composição do Gás Natural

Fonte	Pilar	Guamaré
C1	92,41	92,63
C2	4,79	5,28
C3	0,02	0,67
C4	0	0,17

	RELATÓRIO	Nº RL-ANP-FPL-034	REV. B
	PROGRAMA: MODELO TEÓRICO E COMPUTACIONAL PARA AVALIAÇÃO DE CAPACIDADE DE GASODUTOS		FOLHA 8 de 25
	TÍTULO: Documentação do Modelo de Simulação da Malha Nordeste Setentrional – Guamaré-Pilar		-

Fonte	Pilar	Guamaré
N2	1,66	0,74
CO2	1,12	0,51

4.7 Temperatura ambiente

- O valor de temperatura do solo adotado para todo o modelo foi de 30 °C (Valor arbitrado, não disponível nos documentos de referência)

4.8 Viscosidade

- Dado não disponível nos documentos de referência, utilizou-se a equação para cálculo de viscosidade LGE (referência 2.2)

5 CARACTERÍSTICAS DOS SISTEMAS DE GASODUTOS

5.1 Diâmetro, Espessura e PMOA

A Tabela 2 apresentam a simplificação dos dutos utilizada nos modelos de simulação, de acordo com cada trecho de duto. 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 2.3, 2.4, 2.5, 2.6, 2.7, 2.8, 2.9 e 2.10. O ramal Santa Rita – São Miguel de Taipu/Campina Grande não foi modelado, pois este ramal de 120 quilômetros é compartilhado com a distribuidora, sendo apenas os primeiros 25 quilômetros de responsabilidade da TAG.

Tabela 2 - Dutos e Ramais do Sistema de Gasodutos Nordeste-GASALP

Gasoduto	Duto	Comprimento (km)	Diâmetro Nominal (pol)	Espessura (pol)	PMOA (kgf/cm²)
GASALP	Duto 01	6,59	12	0,250	100
	Duto 02	10,34	12	0,250	100
	Duto 03	22,81	12	0,250	100
	Duto 04	13,94	12	0,250	100
	Duto 05	23,28	12	0,250	100
	Duto 06	28,22	12	0,250	100
	Duto 07	32,93	12	0,250	100
	Duto 08	18,72	12	0,250	100
	Duto 09	16,47	12	0,250	100
	Duto 10	17,34	12	0,250	100
	Duto 11	13,36	12	0,250	100
GASPIL	Duto 01	3	24	0,562	100

**RELATÓRIO**Nº **RL-ANP-FPL-034**REV. **B****PROGRAMA:** MODELO TEÓRICO E COMPUTACIONAL PARA AVALIAÇÃO DE CAPACIDADE DE GASODUTOS**FOLHA** 9 de 25**TÍTULO:**Documentação do Modelo de Simulação
da Malha Nordeste Setentrional – Guamaré-Pilar

-

-

Gasoduto	Duto	Comprimento (km)	Diâmetro Nominal (pol)	Espessura (pol)	PMOA (kgf/cm²)
	Duto 02	1,504	24	0,469	100
	Duto 03	7	24	0,406	100
	Duto 04	10,136	24	0,541	100
	Duto 05	8,36	24	0,507	100
	Duto 06	10	24	0,469	100
	Duto 07	7,25	24	0,487	100
	Duto 08	2,75	24	0,470	100
	Duto 09	4	24	0,493	100
	Duto 10	1,503	24	0,508	100
	Duto 11	2,002	24	0,491	100
	Duto 12	16,505	24	0,485	100
	Duto 13	60,064	24	0,469	100
	Duto 14	9,856	24	0,546	100
	Duto 15	9,77	24	0,469	100
	Duto 16	1,5	24	0,554	100
	Duto 17	2,5	24	0,484	100
	Duto 18	14,8	24	0,524	100
	Duto 19	8,96	24	0,562	100
	Duto 20	1,04	24	0,668	100
	Duto 21	1	24	0,484	100
	Duto 22	3,39	24	0,562	100
Nordestão	Duto 01	21,11	12	0,203	100
	Duto 02	31,8	12	0,203	100
	Duto 03	3,72	12	0,203	100
	Duto 04	7,63	12	0,203	100
	Duto 05	4,55	12	0,203	100
	Duto 06	31,6	12	0,203	100
	Duto 07	24	12	0,203	100
	Duto 08	19	12	0,203	100
	Duto 09	45,46	12	0,203	100
	Duto 10	58,26	12	0,203	100
	Duto 11	47,58	12	0,203	100
	Duto 12	21,29	12	0,203	100
	Duto 13	65,37	12	0,203	100
	Duto 14	23,56	12	0,203	100
	Duto 15	30,48	12	0,500	100
Variante Nordestão	Duto 01	7,1	12	0,203	55
	Duto 02	14,22	12	0,203	55
Ramal Termopernambuco	Duto 01	5	16	0,375	100
	Duto 02	6,6	16	0,375	100



5.2 Perfil Altimétrico

Os perfis dos principais gasodutos dos sistemas se encontram apresentados a seguir. Estes perfis foram simplificados para atender ao modelo de simulação, priorizando o tempo computacional e respeitando principalmente as mudanças de espessuras pertinentes aos modelos. Não foram modeladas passagens de rios e situações similares. Os perfis levantados foram baseados nas referências 2.3, 2.4, 2.5, 2.6, 2.7, 2.8, 2.9 e 2.10.

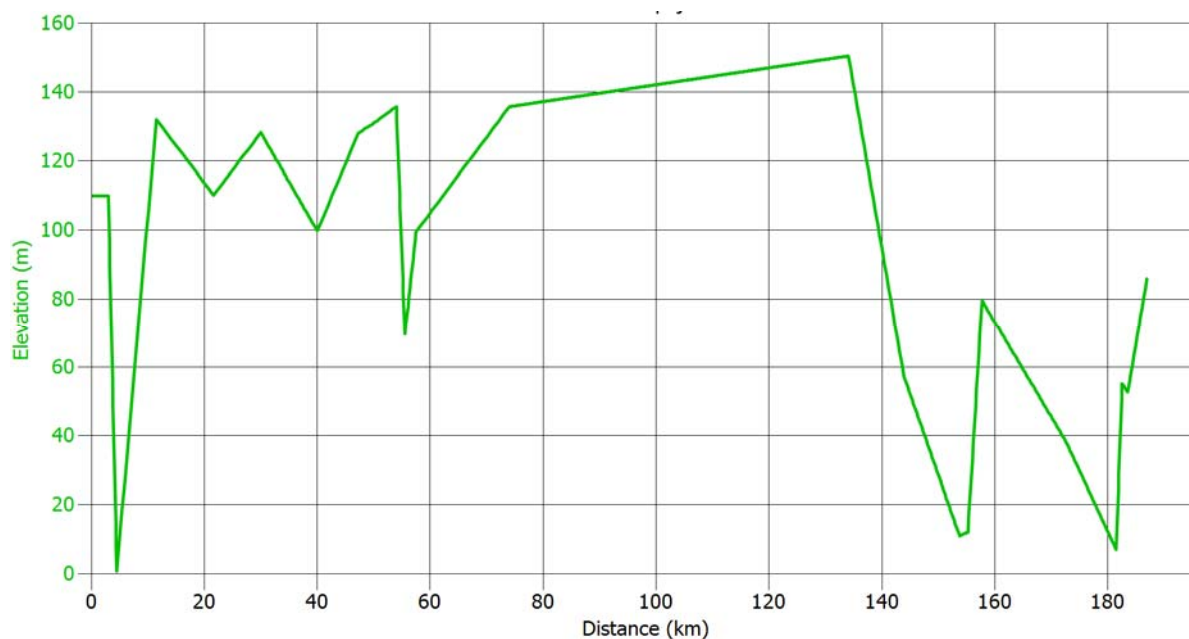


Figura 3 - Perfil de elevação do GASPIL

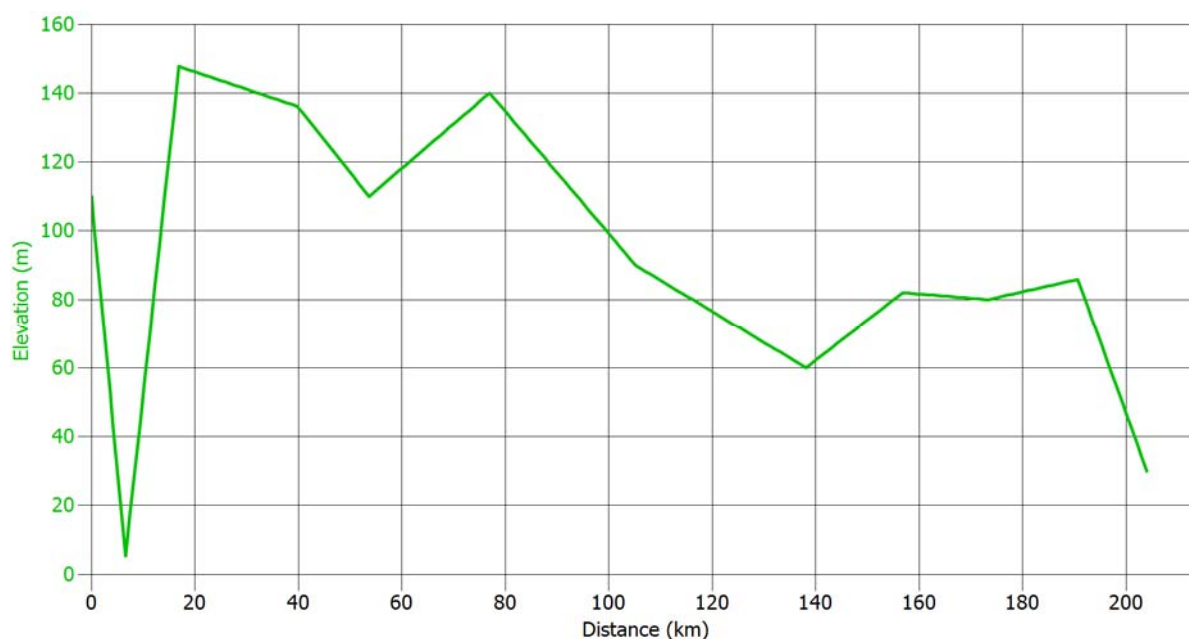


Figura 4 - Perfil de elevação do GASPAL



RELATÓRIO

Nº **RL-ANP-FPL-034**

REV. **B**

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

FOLHA 11 de 25

TÍTULO: Documentação do Modelo de Simulação da Malha Nordeste Setentrional – Guamaré-Pilar

-

-

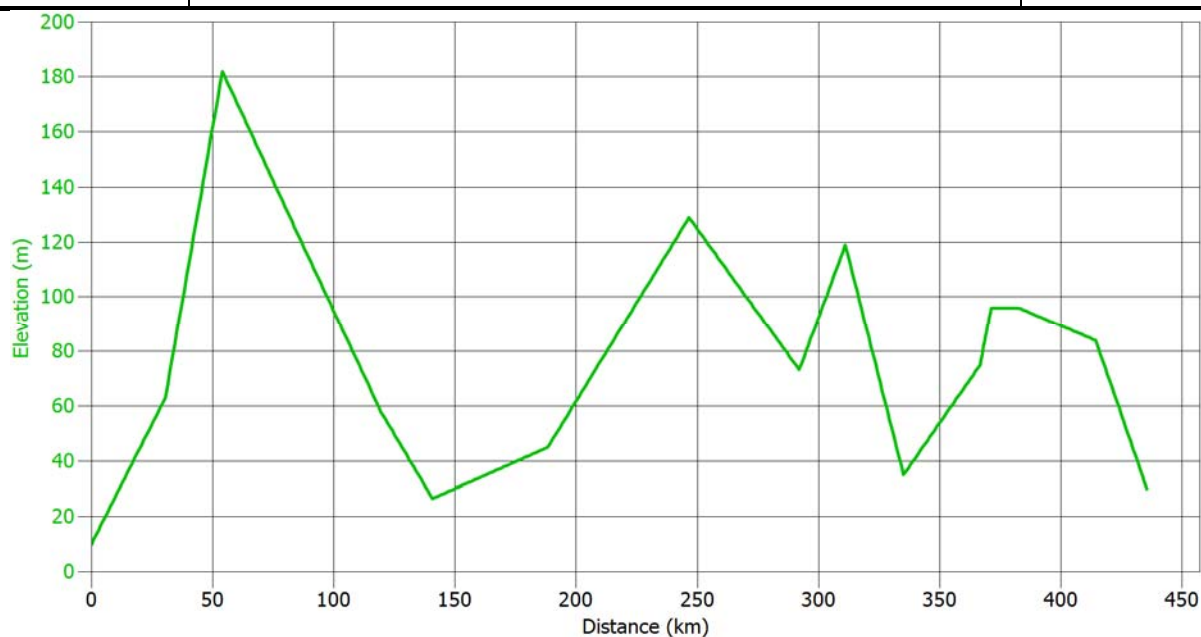


Figura 5 - Perfil de elevação do Nordeste

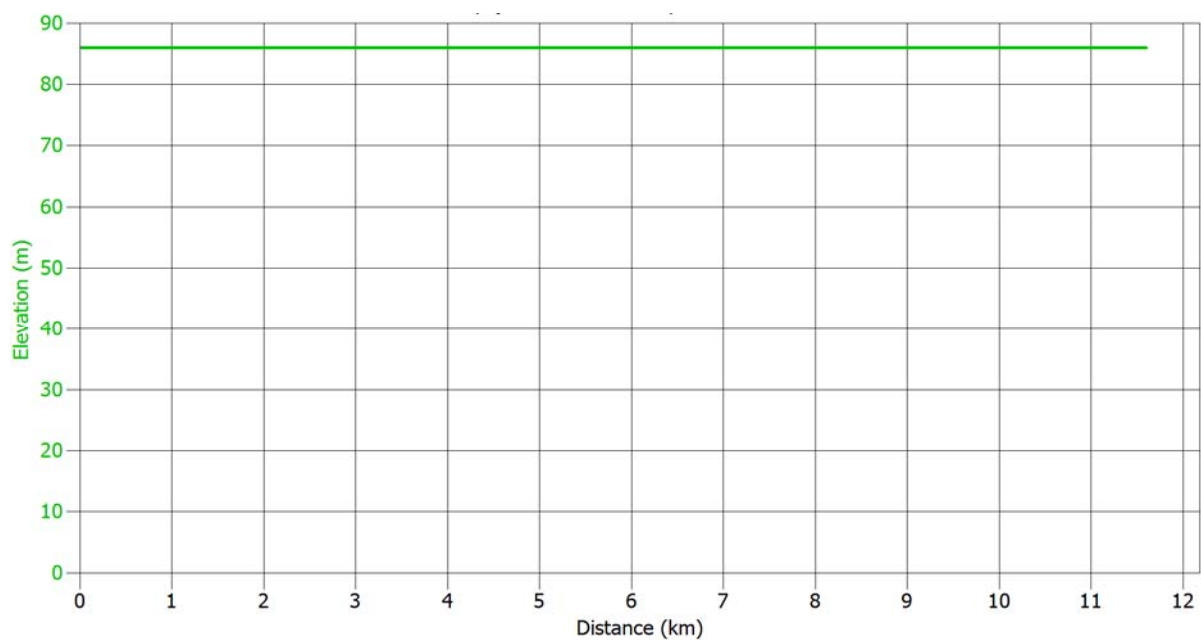


Figura 6 - Perfil de elevação do Ramal Termopernambuco

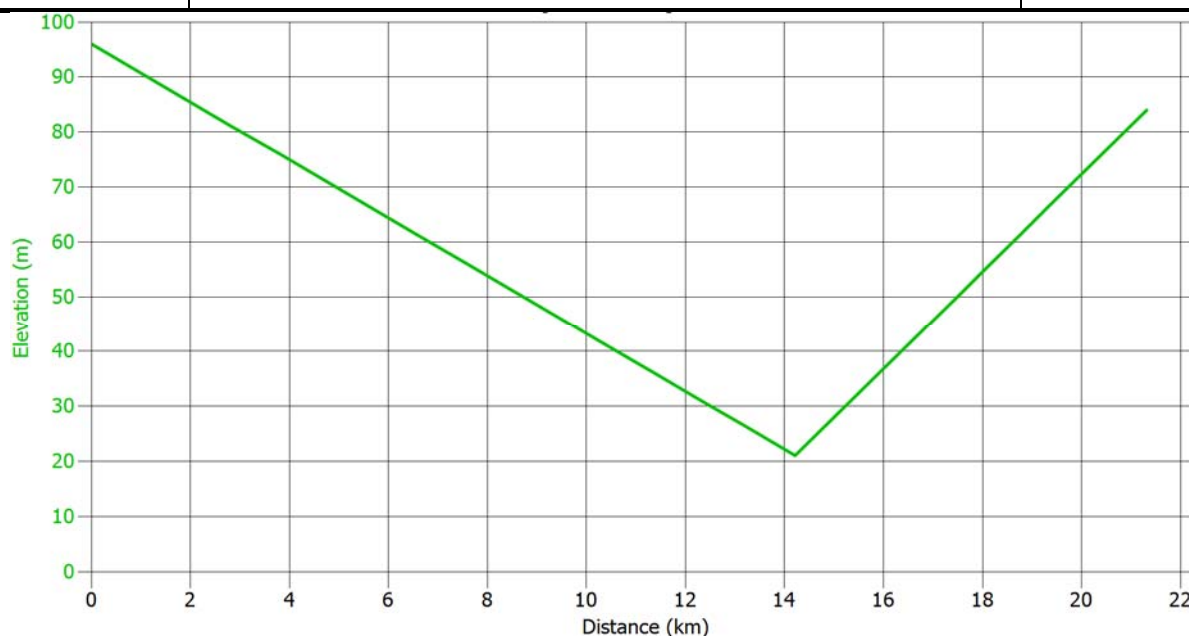


Figura 7 - Perfil de elevação da Variante do Nordeste

5.3 Rugosidade

Tendo em vista o tempo de operação dos dutos e falta de um valor disponível nos documentos de referência, adotou-se por hipótese e com base na referência 2.2, o valor de 0,04572 mm para todos os gasodutos.

5.4 Estações de Redução de Pressão (ERP)

A Tabela 3 apresenta as informações das ERPs dos ramais pertinentes à elaboração do modelo. Como pressão de controle de cada ERP foi considerada uma pressão de ajuste que garantisse que a pressão no ramal se encontrasse dentro do limite de suas respectivas pressões máximas operacionais admissíveis (PMOA), visando maximizar a capacidade dos mesmos. Foram utilizados como PMOA os valores obtidos na referência 2.3.

Tabela 3 - ERPs

ERP / Ramal	Pressão de Controle Considerada (kgf/cm²)
Bola na Rede / Recife	54,5
Jaboatão / Recife	54,5

5.5 Pontos de Entrega (PTE)

A Tabela 4 apresenta os limites operacionais dos pontos de entrega do sistema Nordeste-GASALP, de acordo com as referências 2.3, 2.4, 2.5, 2.13 e 2.14.



Tabela 4 – Pontos de Entrega

Ponto de Entrega (PTE)	Duto da Linha tronco	Localização na linha tronco (km)	Vazão Máxima (m³/d)	Pressão Mínima (kgf/cm²)
Ielmo Marinho	Nordestão	119,41	8.000	20
Macaíba	Nordestão	140,70	1.010.000	29
Goianinha	Nordestão	188,28	40.000	30
Mamanguape	Nordestão	246,54	25.000	30
Santa Rita	Nordestão	292,00	240.000	26
Campina Grande	Nordestão	292,00	200.000	35
Pedras de Fogo	Nordestão	311,00	264.000	29
- Goiana II	Nordestão	335,00	1000.000	35,5
Igarassu I	Nordestão	366,60	129.000	25
Igarassu II	Nordestão	371,15	93.000	25
Paulista	Nordestão	378,78	202.000	25
Recife	Nordestão	414,30	389.000	25
Jaboatão	Nordestão	414,30	358.000	35
Cabo	Nordestão	435,41	1.070.000	25
Rio Largo	GASALP	16,93	230.000	37
UTE Termopernambuco	GASALP	190,64	2.260.000	32,5
Suape	GASALP	190,64	1.200.000	25
RNEST	GASALP	190,64	2.800.000	32,5

5.6 Estações de Compressão (SCOMP)

A malha apresentada possui duas estações de compressão terceirizada, mais conhecida como SCOMP. O Nordeste possui duas SCOMPs, Macaíba e Santa Rita, nos Km 140 e 269 respectivamente, de acordo com a referência 2.2. A Tabela 5 apresenta as características principais da SCOMP, de acordo com as referências 2.11 e 2.12.

Tabela 5 - Dados das Estações de Compressão

Dados	SCOMP Macaíba	SCOMP Santa Rita
Vazão Mínima (m³/d)	*	*
Vazão Máxima (m³/d)	2.719.000	2.260.000
Pressão de sucção mínima (kgf/cm²)	*	*
Pressão de descarga máxima (kgf/cm²)	100	100
Potência Máxima Requerida (HP)	4251	2043

* Dados não obtidos nos documentos de referência

**RELATÓRIO**Nº **RL-ANP-FPL-034**REV. **B****PROGRAMA:** MODELO TEÓRICO E COMPUTACIONAL PARA AVALIAÇÃO DE CAPACIDADE DE GASODUTOS**FOLHA** 14 de 25**TÍTULO:** Documentação do Modelo de Simulação da Malha Nordeste Setentrional – Guamaré-Pilar-
-**5.7 Pontos de recebimento (PTR)**

O sistema possuem dois pontos de recebimento, o PTR de Guamaré, na extremidade do Nordesteão, e o PTR de Pilar, na extremidade do GASALP. Para este caso, foi utilizada como condição de contorno apenas a pressão máxima dos gasodutos, que é de 100 kgf/cm², de acordo com as 2.1, 2.3, 2.4 e 2.5.

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

A Tabela 6 apresenta a distribuição de demanda nos pontos de entrega utilizada no modelo. Os valores apresentados representam a média diária do mês de janeiro de 2015, conforme apresentado em <http://tag.petrobras.com.br/> > Informações à ANP.

Tabela 6 - Perfil de Consumo

Pontos de Entrega (PTE)	Vazão Média Jan/15 (m3/d)
Ielmo Marinho	0
Macaíba	225.082
Goianinha	11.407
Mamanguape	7.638
Santa Rita	130.995
Campina Grande	45.137
Pedras de Fogo	124.449
Goiana II	64.696
Igarassu I	100.121
Igarassu II	55.374
Paulista	86.400
Recife	167.833
Jaboatão	145.674
Cabo	311.603
Rio Largo	54.801
UTE Termopernambuco	2.086.461
Suape	267.456
RNEST	739.871

6.2 Máxima Pressão Admissível de Operação

A PMOA do sistema varia de acordo com o duto e ramal que compõe cada sistema. Essas variações podem ser observadas na Tabela 2.

**RELATÓRIO**Nº **RL-ANP-FPL-034**REV. **B****PROGRAMA:** MODELO TEÓRICO E COMPUTACIONAL PARA AVALIAÇÃO DE CAPACIDADE DE GASODUTOS**FOLHA** 15 de 25**TÍTULO:** Documentação do Modelo de Simulação da Malha Nordeste Setentrional – Guamaré-Pilar

-

-

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 SCOMP.

6.4 Pressão de Entrega Nominal Contratual

A Tabela 6, apresentada no item 5.5, apresenta as pressões mínimas de cada ponto de entrega, de acordo com as referências 2.3, 2.4, 2.5, 2.13 e 2.14. 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 para a condição média de janeiro de 2015 é apresentada para cada duto da Figura 8 a Figura 12.

Tabela 7 - Pressões nos PEs

PTE	Duto da Linha tronco	Localização na linha tronco (km)	Pressão (kgf/cm²)
Ielmo Marinho	Nordestão	119,41	94.49
Macaíba	Nordestão	140,70	93.85
Goianinha	Nordestão	188,28	92.43
Mamanguape	Nordestão	246,54	90.26
Santa Rita	Nordestão	292,00	89.44
Campina Grande	Nordestão	292,00	89.44
Pedras de Fogo	Nordestão	311,00	88.79
Goiana II	Nordestão	335,00	89.03
Igarassu I	Nordestão	366,60	88.37
Igarassu II	Nordestão	371,15	88.18
Paulista	Nordestão	378,78	88.13
Recife	Nordestão	414,30	54.76
Jaboatão	Nordestão	414,30	54.50
Cabo	Nordestão	435,41	88.57
Rio Largo	GASALP	16,93	98.09
UTE Termopernambuco	GASALP	190,64	91.92

**RELATÓRIO**Nº **RL-ANP-FPL-034**REV. **B****PROGRAMA:** MODELO TEÓRICO E COMPUTACIONAL PARA AVALIAÇÃO DE CAPACIDADE DE GASODUTOS**FOLHA** 16 de 25**TÍTULO:** Documentação do Modelo de Simulação da Malha Nordeste Setentrional – Guamaré-Pilar

PTE	Duto da Linha tronco	Localização na linha tronco (km)	Pressão (kgf/cm ²)
Suape	GASALP	190,64	92.69
RNEST	GASALP	190,64	92.24

Deve-se ressaltar que os resultados das simulações que detalham as capacidades de transporte e disponível encontram-se na referência 2.16.

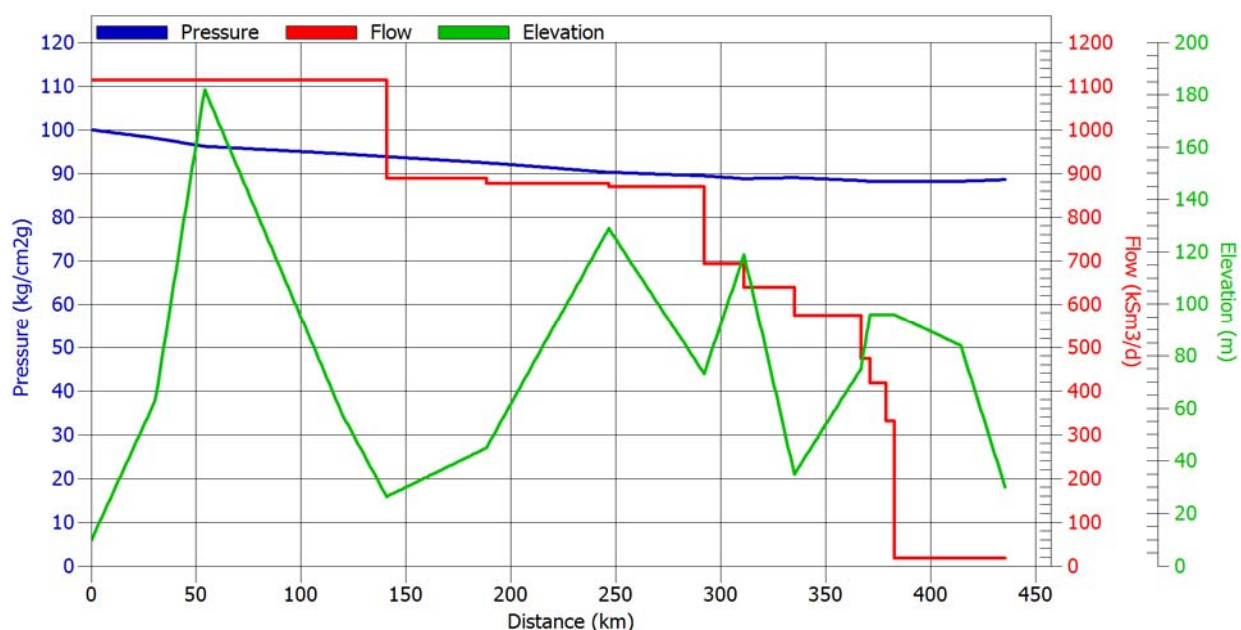


Figura 8 – Perfil de pressão, vazão e elevação – Nordeste

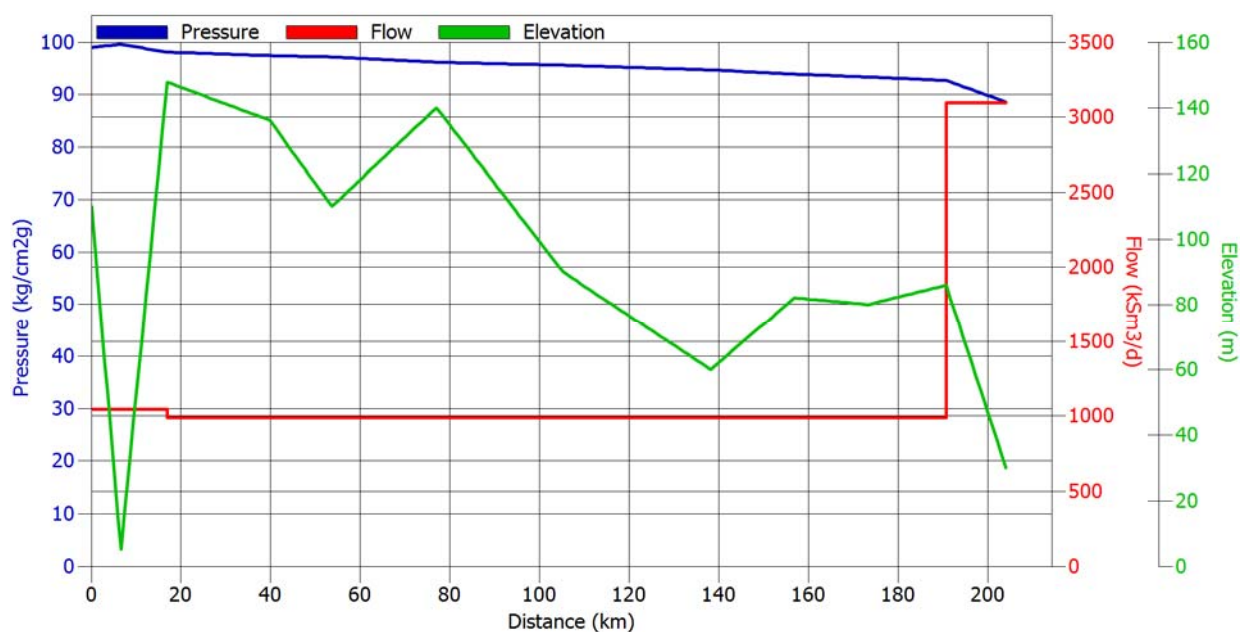


Figura 9 – Perfil de pressão, vazão e elevação – GASALP



RELATÓRIO

Nº **RL-ANP-FPL-034**

REV. **B**

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

FOLHA 17 de 25

TÍTULO: Documentação do Modelo de Simulação da Malha Nordeste Setentrional – Guamaré-Pilar

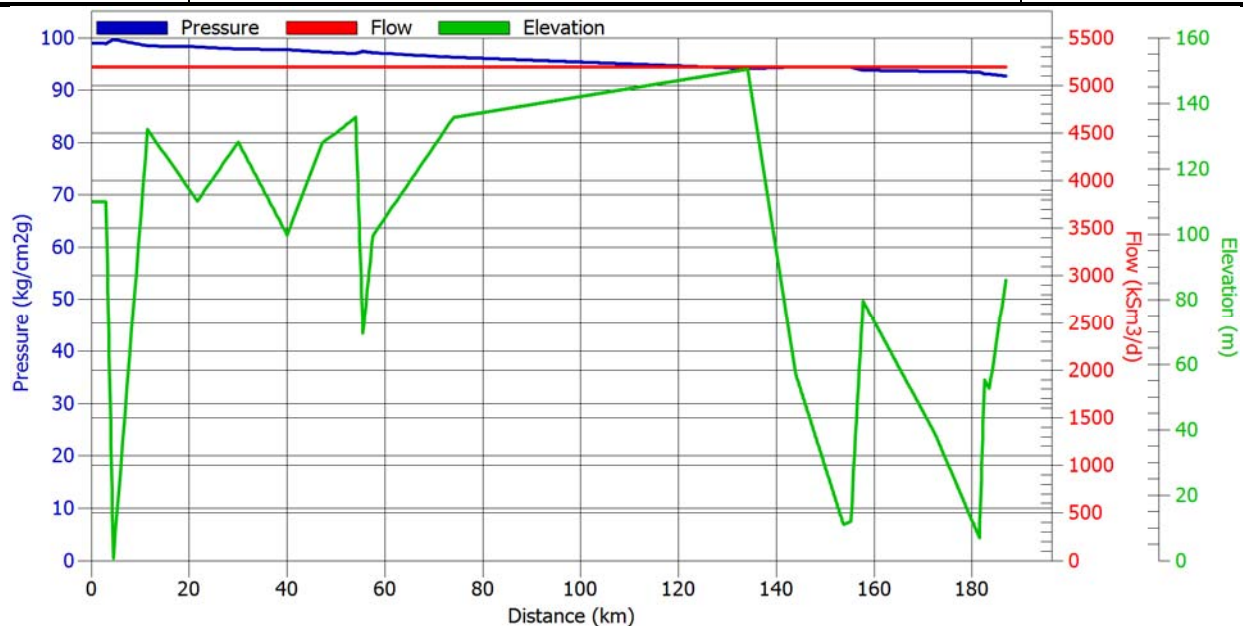


Figura 10 – Perfil de pressão, vazão e elevação – GASPII

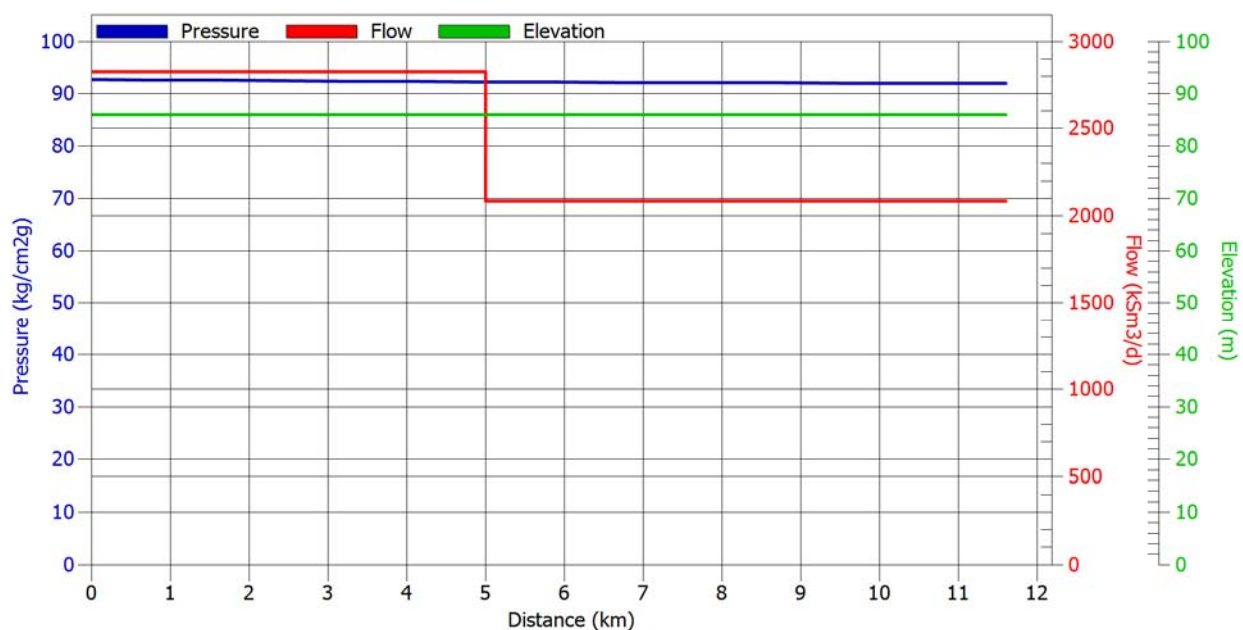


Figura 11 – Perfil de pressão, vazão e elevação – Ramal Termopernambuco



RELATÓRIO

Nº **RL-ANP-FPL-034**

REV. **B**

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

FOLHA 18 de 25

TÍTULO: Documentação do Modelo de Simulação da Malha Nordeste Setentrional – Guamaré-Pilar

-

-

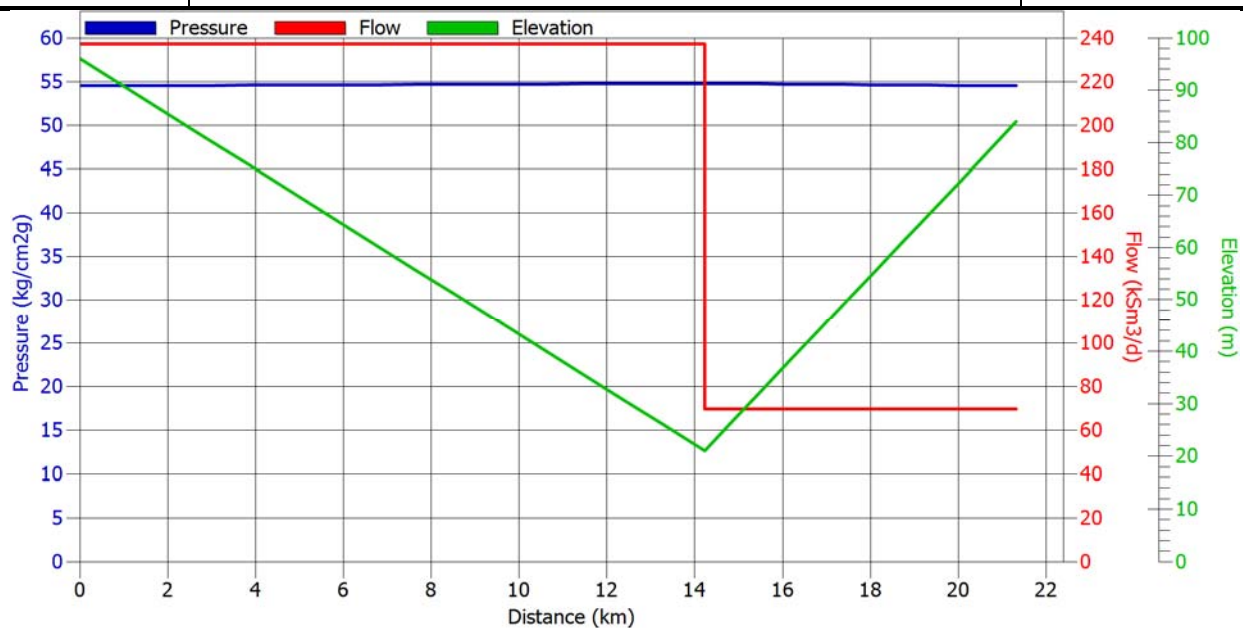


Figura 12 – Perfil de pressão, vazão e elevação – Variante Nordeste



8 ANEXOS

8.1 “STEADY STATE REPORT” DO MODELO

* SIMULACAO *

*
* Default Initial Values Selected: *
*
* Pressure 88.375 *
* Flow 432.668 *
* Temperature 30.000 *
* % Nitrogen 1.200 *
* % Carbon Dioxide 0.815 *
* % Methane 92.520 *
* % Ethane 5.035 *
* % Propane 0.345 *
* % i-Butane 0.085 *
*

*
* Problem Size Report *
*

*
* Number Maximum *
* Used Allowed *
* ----- *
*
* External Regulators 20 5000 *
* Equipment Devices 6 3000 *
* Drivers/Turbines 0 500 *
* Legs 52 10000 *
* Nodes 57 20000 *
* Knots 1852 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 2 100 *
* Qualities 12 26 *
*

* Steady State Convergence Summary *



RELATÓRIO

Nº **RL-ANP-FPL-034**

REV. **B**

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

FOLHA 20 de 25

TÍTULO: **Documentação do Modelo de Simulação da Malha Nordeste Setentrional – Guamaré-Pilar**

-

-

Iteration Number	Tolerance Requested	Greatest		Greatest		Greatest		Associated Device
		Hydraulic Adjustment		Temperature Adjustment		Composition Adjustment		
0	0.0001000	1.1815E+02		0.0000000		0.0000000		FLUX NODE0036
1	0.0001000	65.6299286		0.0000000		0.0000000		FLUX NODE0036
2	0.0001000	88.8885956		0.0000000		0.0000000		FLUX NODE0035
3	0.0001000	24.9301682		0.0000000		0.0000000		FLUX NODE0036
4	0.0001000	5.3934855		0.0000000		0.0000000		FLUX NODE0036
DPMX increased to 9764.8564								
5	0.0001000	0.1907921		0.0000000		0.0000000		FLUX NODE0036
6	0.0001000	0.0140567		0.0000000		0.0000000		Equip IPOJUCA
7	0.0001000	0.0004502		0.0000000		0.0000000		Equip IPOJUCA
8	0.0001000	0.0000082		0.0000000		0.0000000		Equip IPOJUCA
Mode Changes								
9	Equip	REGU0042		FROM: Closed		TO: Max PD		
9	Equip	SCOMP_MACAÍBA		FROM: Max PD		TO: Closed		
DPMX increased to 19529.713								
9	0.0001000	0.6432258		0.0000000		0.0000000		Pipe NORDESTAO_PIPE13
10	0.0001000	0.1712144		0.0000000		0.0000000		Xreg PTR_GUAMARÉ
11	0.0001000	0.0126845		0.0000000		0.0000000		Node N23-2
DPMX increased to 39059.426								
12	0.0001000	0.0005318		0.0000000		0.0000000		Equip REGU0044
13	0.0001000	0.0000282		0.0000000		0.0000000		Equip REGU0042
Mode Changes								
14	Equip	SCOMP_MACAÍBA		FROM: Closed		TO: Bypass		
14	Equip	SCOMP_SANTA_RITA		FROM: Bypass		TO: Closed		
DPMX increased to 48824.281								
14	0.0001000	0.2185669		0.0000000		0.0000000		Node N12-2
15	0.0001000	0.0064664		0.0000000		0.0000000		Node N23-2
16	0.0001000	0.0004344		0.0000508		0.0000000		Node N22-3
17	0.0001000	0.0610505		0.0000508		0.0000000		Pipe NORDESTAO_PIPE15
18	0.0001000	0.0005970		0.0000770		0.0000001		Node N23-2
19	0.0001000	0.0007373		0.0000770		0.0000001		Pipe VARNOR_PIPE02
Mode Changes								
20	Equip	SCOMP_SANTA_RITA		FROM: Closed		TO: Bypass		
DPMX increased to 48824.281								
20	0.0001000	0.6628562		0.0000328		0.0000000		Equip SCOMP_MACAÍBA
21	0.0001000	0.1456966		0.0000328		0.0000000		Equip SCOMP_MACAÍBA
22	0.0001000	0.0206281		0.0000501		0.0000002		Equip SCOMP_MACAÍBA
23	0.0001000	0.0120638		0.0000501		0.0000002		Pipe VARNOR_PIPE02
24	0.0001000	0.0000637		0.0000170		0.0000301		Equip REGU0042
25	0.0001000	0.0000421		0.0000025		0.0000001		FLUX NODE0040-3

* SIMULACAO *

* Reference Conditions Report *

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



RELATÓRIO

Nº **RL-ANP-FPL-034**

REV. **B**

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

FOLHA 21 de 25

TÍTULO: Documentação do Modelo de Simulação da Malha Nordeste Setentrional – Guamaré-Pilar

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

Leg ID	Pressure		Flow		Line	Temperature	
	KG/CM2G		(KSM3/D)		Pack	(DEG C)	
	Head	Tail	Head	Tail	(KSM3)	Head	Tail
GASALP_PIPE01	99.00	99.59	1045.486	1045.486	55.3033	30.00	30.36
GASALP_PIPE02	99.59	98.09	1045.486	1045.486	86.4687	30.36	29.61
GASALP_PIPE03	98.09	97.43	990.685	990.685	188.6722	29.61	29.86
GASALP_PIPE04	97.43	97.17	990.685	990.685	114.6134	29.86	29.95
GASALP_PIPE05	97.17	96.16	990.685	990.685	190.0936	29.95	29.82
GASALP_PIPE06	96.16	95.59	990.685	990.685	228.3090	29.82	29.97
GASALP_PIPE07	95.59	94.70	990.685	990.685	264.1546	29.97	29.94
GASALP_PIPE08	94.70	93.89	990.685	990.685	148.7638	29.94	29.83
GASALP_PIPE09	93.89	93.34	990.685	990.685	129.8652	29.83	29.87
GASALP_PIPE10	93.34	92.69	990.685	990.685	135.7603	29.87	29.85
GASALP_PIPE11	92.69	88.57	3093.548	3093.548	102.0623	29.60	28.84
GASPIL_PIPE01	99.00	98.90	5196.650	5196.651	87.5688	30.00	29.97
GASPIL_PIPE02	98.90	99.71	5196.649	5196.650	44.7264	29.97	30.50
GASPIL_PIPE03	99.71	98.45	5196.650	5196.650	210.0800	30.50	29.76
GASPIL_PIPE04	98.45	98.27	5196.650	5196.650	295.3609	29.76	29.83
GASPIL_PIPE05	98.27	97.85	5196.650	5196.651	244.2743	29.83	29.71
GASPIL_PIPE06	97.85	97.73	5196.651	5196.650	293.2400	29.71	29.82
GASPIL_PIPE07	97.73	97.27	5196.650	5196.651	211.2840	29.82	29.66
GASPIL_PIPE08	97.27	97.15	5196.650	5196.651	80.1569	29.66	29.65
GASPIL_PIPE09	97.15	96.98	5196.650	5196.651	115.9510	29.65	29.63
GASPIL_PIPE10	96.98	97.44	5196.651	5196.650	43.4860	29.63	29.96
GASPIL_PIPE11	97.44	97.14	5196.650	5196.652	58.1201	29.96	29.79
GASPIL_PIPE12	97.14	96.29	5196.652	5196.652	477.0962	29.79	29.60
GASPIL_PIPE13	96.29	94.11	5196.650	5196.650	1712.2142	29.60	29.60
GASPIL_PIPE14	94.11	94.45	5196.650	5196.651	273.9280	29.60	30.02
GASPIL_PIPE15	94.45	94.46	5196.651	5196.652	275.3451	30.02	30.13
GASPIL_PIPE16	94.46	94.39	5196.651	5196.652	41.6292	30.13	30.11
GASPIL_PIPE17	94.39	93.80	5196.651	5196.650	70.0456	30.11	29.75
GASPIL_PIPE18	93.80	93.57	5196.651	5196.650	410.0900	29.75	29.88
GASPIL_PIPE19	93.57	93.48	5196.649	5196.651	246.0143	29.88	29.96
GASPIL_PIPE20	93.48	93.08	5196.653	5196.651	27.9613	29.96	29.71
GASPIL_PIPE21	93.08	93.06	5196.652	5196.652	27.7177	29.71	29.72
GASPIL_PIPE22	93.06	92.69	5196.652	5196.651	92.5259	29.72	29.55
NORDESTAO_PIPE01	88.19	88.57	18.054	18.054	159.8188	30.00	30.00
NORDESTAO_PIPE02	88.11	88.19	94.213	94.213	240.0739	29.98	30.00
NORDESTAO_PIPE03	88.13	88.11	331.561	331.561	28.0788	29.96	29.98
NORDESTAO_PIPE04	88.18	88.13	417.961	417.961	57.6289	29.88	29.96
NORDESTAO_PIPE05	88.37	88.18	473.335	473.335	34.4221	29.93	29.88
NORDESTAO_PIPE06	89.03	88.37	573.456	573.456	240.2473	30.09	29.93
NORDESTAO_PIPE07	88.79	89.03	638.152	638.152	182.8853	29.86	30.09
NORDESTAO_PIPE08	89.44	88.79	692.953	692.953	145.2609	29.98	29.86
NORDESTAO_PIPE09	90.26	89.44	869.084	869.085	350.6490	29.83	29.98
NORDESTAO_PIPE10	92.43	90.26	876.722	876.722	457.9041	29.89	29.83
NORDESTAO_PIPE11	93.85	92.43	888.129	888.129	381.9319	29.94	29.89
NORDESTAO_PIPE12	94.49	93.85	1113.211	1113.211	172.9305	29.95	29.94
NORDESTAO_PIPE13	96.20	94.49	1113.211	1113.211	538.8493	29.16	29.95
NORDESTAO_PIPE14	98.07	96.20	1113.211	1113.211	199.4236	28.11	29.16
NORDESTAO_PIPE15	100.00	98.07	1113.211	1113.211	244.3694	20.00	28.11
RAMAL_UTE_PIPE01	92.24	92.69	-2826.331	-2826.331	60.3759	29.54	29.60
RAMAL_UTE_PIPE02	91.92	92.24	-2086.460	-2086.461	79.3337	29.58	29.54
VARNOR_PIPE01	54.76	54.50	69.515	69.515	31.7500	29.94	29.97
VARNOR_PIPE02	54.50	54.76	237.348	237.348	64.5453	15.42	29.94



RELATÓRIO

Nº RL-ANP-FPL-034

REV. B

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

FOLHA 22 de 25

TÍTULO: Documentação do Modelo de Simulação da Malha Nordeste Setentrional – Guamaré-Pilar

-
-

* 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 (MJ/M3)
		Up	Down		Up	Down		
IPOJUCA	Block Valve	92.69	92.69	4929.20	29.55	29.60	0.5950	37.37
REGU0042	Max PD	88.11	54.50	237.35	29.98	15.42	0.5964	38.57
REGU0044	Max PD	88.19	54.50	76.16	30.00	22.78	0.5964	38.57
SCOMP_MACAÍBA	Bypass	93.85	93.85	1113.21	29.94	29.94	0.5964	38.57
SCOMP_SANTA_RITA	Bypass	89.44	89.44	869.08	29.98	29.98	0.5964	38.57
SDV-01_PI	Block Valve	99.00	99.00	5196.65	30.00	30.00	0.5950	37.37

Equipment ID	Current Flow Rate (KSM3/D)	Accumulated Volume (KSM3)	Timer Value (HRS)
IPOJUCA	4929.20	0.00	0.000
REGU0042	237.35	0.00	0.000
REGU0044	76.16	0.00	0.000
SCOMP_MACAÍBA	1113.21	0.00	0.000
SCOMP_SANTA_RITA	869.08	0.00	0.000
SDV-01_PI	5196.65	0.00	0.000

Compressor ID	Head (N.M/KG)	Actual Flow (M3/H)	Speed (RPM)	Adiab Effic (PERCNT)	Dschrg Temp (DEG C)	Power Required (MW)	Power Available (MW)
SCOMP_MACAÍBA	0.00	442.26		100.00	29.94	0.00	0.00
SCOMP_SANTA_RITA	0.00	364.14		100.00	29.98	0.00	0.00

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

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

	Mass Units (TONN/H)	Volumetric Units (KSM3/D)
Total input flow	219.630	7355.347
Total output flow	219.630	7355.350
Network flow balance	0.000	-0.003

**RELATÓRIO**Nº **RL-ANP-FPL-034**REV. **B****PROGRAMA: MODELO TEÓRICO E COMPUTACIONAL PARA AVALIAÇÃO DE CAPACIDADE DE GASODUTOS****FOLHA**
23 de 25**TÍTULO:**
Documentação do Modelo de Simulação da Malha Nordeste Setentrional – Guamaré-Pilar

-

-

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

External Regulator ID	Mode of Control	Pressure KG/CM2G	Flow (KSM3/D)	Temperature (DEG C)	Specific Gravity	Heating Value (MJ/M3)
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
CABO	Max Flow	88.57	3111.603	28.84	0.5950	37.37
CAMPINA_GRANDE	Max Flow	89.44	45.137	29.98	0.5964	38.57
GOIANA_II	Max Flow	89.03	64.696	30.09	0.5964	38.57
GOIANINHA	Max Flow	92.43	11.407	29.89	0.5964	38.57
IELMO_MARINHO	Max Flow	94.49	0.000	29.95	0.5964	38.57
IGARASSU_1	Max Flow	88.37	100.121	29.93	0.5964	38.57
IGARASSU_2	Max Flow	88.18	55.374	29.88	0.5964	38.57
JABOATÃO	Max Flow	54.50	145.674	22.78	0.5964	38.57
MACAÍBA	Max Flow	93.85	225.082	29.94	0.5964	38.57
MAMANGUAPE	Max Flow	90.26	7.638	29.83	0.5964	38.57
PAULISTA	Max Flow	88.13	86.400	29.96	0.5964	38.57
PEDRAS_DE_FOGO	Max Flow	88.79	54.801	29.86	0.5964	38.57
PTR_GUAMARÉ	Max Pres	100.00	-1113.211	20.00	0.5964	38.57
PTR_PILAR	Max Pres	99.00	-6242.136	30.00	0.5950	37.37
RECIFE	Max Flow	54.76	167.833	29.94	0.5964	38.57
RIO_LARGO	Max Flow	98.09	54.801	29.61	0.5950	37.37
RNEST	Max Flow	92.24	739.871	29.54	0.5950	37.37
SANTA_RITA	Max Flow	89.44	130.995	29.98	0.5964	38.57
SUAPE	Max Flow	92.69	267.456	29.55	0.5950	37.37
UTE_TERMOPERNAMBUCO	Max Flow	91.92	2086.461	29.58	0.5950	37.37

External Regulator ID	Current Flow Rate (KSM3/D)	Accumulated Volume (KSM3)	Timer Value (HRS)
-----	-----	-----	-----
CABO	3111.603	0.000	0.000
CAMPINA_GRANDE	45.137	0.000	0.000
GOIANA_II	64.696	0.000	0.000
GOIANINHA	11.407	0.000	0.000
IELMO_MARINHO	0.000	0.000	0.000
IGARASSU_1	100.121	0.000	0.000
IGARASSU_2	55.374	0.000	0.000
JABOATÃO	145.674	0.000	0.000
MACAÍBA	225.082	0.000	0.000
MAMANGUAPE	7.638	0.000	0.000
PAULISTA	86.400	0.000	0.000
PEDRAS_DE_FOGO	54.801	0.000	0.000
PTR_GUAMARÉ	-1113.211	0.000	0.000
PTR_PILAR	-6242.136	0.000	0.000
RECIFE	167.833	0.000	0.000
RIO_LARGO	54.801	0.000	0.000
RNEST	739.871	0.000	0.000
SANTA_RITA	130.995	0.000	0.000
SUAPE	267.456	0.000	0.000
UTE_TERMOPERNAMBUCO	2086.461	0.000	0.000

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

