	RELATÓRIO		Nº: RL-ANP-FPL-035	
	CLIENTE: ANP – AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS			FOLHA: 1 de 10
	PROGRAMA: MODELO TEÓRICO E COMPUTACIONAL PARA AVALIAÇÃO DE CAPACIDADE DE GASODUTOS			-
	TÍTULO: Cálculo de Capacidade da Malha Nordeste Setentrional – Guamaré-Pilar			-

Faculdades Católicas – PUC-Rio – **SIMDUT**

ÍNDICE DE REVISÕES	
REV.	DESCRIÇÃO E/OU FOLHAS ATINGIDAS
0	EMISSÃO ORIGINAL
A	REVISÃO GERAL APÓS COMENTÁRIOS DA ANP/SCM

	REV. 0	REV. A	REV. B	REV. C	REV. D	REV. E	REV. F	REV. G	REV. H
DATA	14/06/2015	15/07/2015							
PROJETO	ANP	ANP							
EXECUÇÃO	P. Krause	P. Krause							
VERIFICAÇÃO	I.Patrocínio	I.Patrocínio							
APROVAÇÃO	L. Pires	L. Pires							

AS INFORMAÇÕES DESTE DOCUMENTO SÃO PROPRIEDADE DA ANP, SENDO PROIBIDA A UTILIZAÇÃO FORA DA SUA FINALIDADE.


**RELATÓRIO**Nº **RL-ANP-FPL-035**REV. **A****PROGRAMA:** MODELO TEÓRICO E COMPUTACIONAL PARA AVALIAÇÃO DE CAPACIDADE DE GASODUTOS**FOLHA** 2 de 10**TÍTULO:**Cálculo de Capacidade da Malha
Nordeste Setentrional – Guamaré-Pilar

-

-

ÍNDICE

1	OBJETIVO	3
2	DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA	3
3	DESCRIÇÃO GERAL DO MODELO	3
4	CONFIGURAÇÃO DO MODELO PARA CÁLCULO DA CAPACIDADE CONTRATADA	5
4.1	PONTOS DE RECEBIMENTO E ENTREGA	5
4.2	ESTAÇÕES DE COMPRESSÃO	6
5	CONFIGURAÇÃO DO MODELO PARA CÁLCULO DA CAPACIDADE DE	6
6	RESULTADOS	7

	RELATÓRIO	Nº RL-ANP-FPL-035	REV. A
	PROGRAMA: MODELO TEÓRICO E COMPUTACIONAL PARA AVALIAÇÃO DE CAPACIDADE DE GASODUTOS		FOLHA 3 de 10
	TÍTULO: Cálculo de Capacidade da Malha Nordeste Setentrional – Guamaré-Pilar		-

1 OBJETIVO

Apresentar a configuração do modelo de simulação termo-hidráulica utilizado para o cálculo de capacidade de transporte, comercial e disponível da malha Nordeste Setentrional, composta pelos gasodutos Nordesteão, GASALP e Pilar-Ipojuca, conforme metodologia definida na referência 2.1.

2 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

Os documentos técnicos codificados utilizados como referência para elaboração do Relatório são:

- 2.1. RL-ANP-FPL-012_RA – Metodologia para Cálculo de Capacidade
- 2.2. MO-5TP-00078-C – Manual de Operação Gasoduto Guamaré/Cabo - NORDESTÃO 12"
- 2.3. MO-5TP-00082-A – Manual de Operação do Gasoduto Pilar/Cabo - GASALP 12"
- 2.4. MO-5TP-00073-A – Manual de Operação Gasoduto Pilar/Ipojuca – GASPIIL 24"
- 2.5. RL-ANP-FPL-034_Rev.B – Documentação do Modelo de Simulação da Malha Nordeste Setentrional – Guamaré Pilar
- 2.6. Processo ANP nº 48610.010500/2012-40
- 2.7. Contrato de Serviço de Transporte Firme de Gás Natural disponível em <http://tag.petrobras.com.br/Informações à ANP>

3 DESCRIÇÃO GERAL DO MODELO

A 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, gerando então um modelo para os gasodutos GASFOR e GASMEL e outro modelo composto pelos gasodutos Nordesteão, GASALP e Pilar-Ipojuca.

Segundo a referência 2.2, 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

**RELATÓRIO**Nº **RL-ANP-FPL-035**REV. **A****PROGRAMA:** MODELO TEÓRICO E COMPUTACIONAL PARA AVALIAÇÃO DE CAPACIDADE DE GASODUTOS**FOLHA** 4 de 10**TÍTULO:**Cálculo de Capacidade da Malha
Nordeste Setentrional – Guamaré-Pilar

-

-

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).

De acordo com a referência 2.3, 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.

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 2.4, 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 2.4.

O modelo de simulação desenvolvido compreende todos os dutos e ramais existentes no sistema. As pequenas diferenças de quilometragem encontradas no modelo se devem às diferenças entre quilometragem progressiva (nominal) e desenvolvida (real). 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 1.

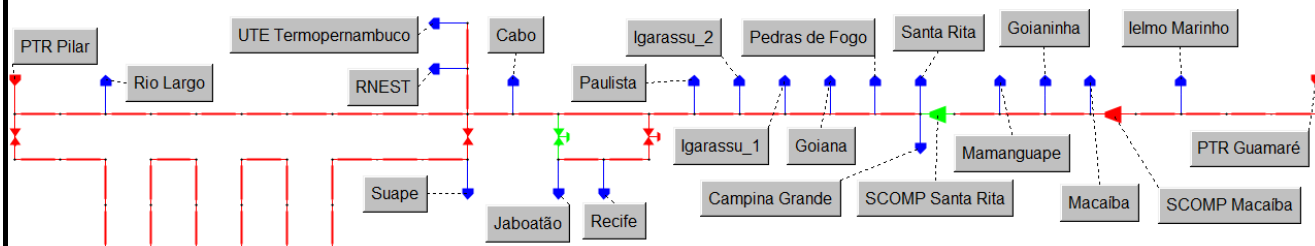


Figura 1 – Fluxograma do modelo

As vazões apresentadas neste relatório utilizam como valores de referência 20 °C e 1,0 atm. Nesse documento, as localizações e extensões, expressas em km, referem-se ao comprimento desenvolvido (real), salvo quando disposto em contrário.

A composição do gás natural utilizada nas simulações de cálculo de capacidade, assim como sua viscosidade e temperatura podem ser encontradas na referência 2.5.

**RELATÓRIO**Nº **RL-ANP-FPL-035**REV. **A****PROGRAMA:** MODELO TEÓRICO E COMPUTACIONAL PARA AVALIAÇÃO DE CAPACIDADE DE GASODUTOS**FOLHA** 5 de 10**TÍTULO:**Cálculo de Capacidade da Malha
Nordeste Setentrional – Guamaré-Pilar

-

-

4 CONFIGURAÇÃO DO MODELO PARA CÁLCULO DA CAPACIDADE CONTRATADA

4.1 Pontos de Recebimento e Entrega

As condições nos pontos de recebimento e entrega foram configuradas seguindo as orientações descritas na referência 2.5. Ambos os PTR de Guamaré e de Pilar são pontos de recebimento tradicional e, de acordo com a referência 2.1 não possuem limites de vazão. A Tabela 1 detalha as condições de contorno dos pontos de recebimento.


Tabela 1 - Pontos de recebimentos

PTR	Pressão Máxima	Vazão Máxima
Guamaré	100 kgf/cm ²	Sem limite
Pilar	99 kgf/cm ²	Sem limite

A condição de contorno utilizada nos pontos de entrega, segundo a referência 2.1, é a vazão contratada. Devido à inexistência desses valores nos contratos (referência 2.7), foram utilizados valores médios diários, baseados no consumo do mês de janeiro de 2015. A Tabela 2 apresenta essa distribuição de demanda nos pontos de entrega, utilizada no modelo, conforme apresentado em <http://tag.petrobras.com.br/> > Informações à ANP.

Tabela 2 - 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

	RELATÓRIO	Nº RL-ANP-FPL-035	REV. A
	PROGRAMA: MODELO TEÓRICO E COMPUTACIONAL PARA AVALIAÇÃO DE CAPACIDADE DE GASODUTOS		FOLHA 6 de 10
	TÍTULO: Cálculo de Capacidade da Malha Nordeste Setentrional – Guamaré-Pilar		-

Pontos de Entrega (PTE)	Vazão Média Jan/15 (m3/d)
Suape	267.456
RNEST	739.871

4.2 Estações de Compressão

A Tabela 3 apresenta as características principais da SCOMP, de acordo com a referência 2.5.

Tabela 3 - 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

5 CONFIGURAÇÃO DO MODELO PARA CÁLCULO DA CAPACIDADE DE

Os valores de vazão máxima de projeto para cada ponto de entrega utilizados para o cálculo da capacidade de transporte estão apresentados Tabela 4.

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

 anp <small>Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis</small>	RELATÓRIO		Nº RL-ANP-FPL-035		REV. A
	PROGRAMA: MODELO TEÓRICO E COMPUTACIONAL PARA AVALIAÇÃO DE CAPACIDADE DE GASODUTOS				FOLHA 7 de 10
	TÍTULO: Cálculo de Capacidade da Malha Nordeste Setentrional – Guamaré-Pilar				-
				-	

Ponto de Entrega (PTE)	Duto da Linha tronco	Localização na linha tronco (km)	Vazão Máxima (m³/d)	Pressão Mínima (kgf/cm²)
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

Para o cálculo das capacidades de transporte, capacidade comercial e capacidade disponível foi utilizado o modelo de simulação apresentado na referência 2.5, com as configurações descritas nos itens 4 e 5 e a metodologia definida na referência 2.1.

O procedimento de cálculo da Margem Operacional para cada gasoduto ou sistema, deverá ser proposto pelo transportador e aprovado pela ANP, para que para que tal valor possa ser considerado no cálculo de capacidade. Dessa forma, os resultados apresentados não incluem a Margem Operacional.

6 RESULTADOS

O resultado dos cálculos de capacidades para cada ponto de entrega do modelo são apresentados da Tabela 5 à Tabela 22. Convém destacar que a capacidade de transporte, a capacidade comercial e a capacidade disponível foram obtidas considerando a operação do gasoduto em regime permanente, com as vazões médias para a capacidade contratada apresentadas na Tabela 2. Desta forma, vazões de entrega maiores que a capacidade de transporte apresentada (limitada à capacidade máxima operacional) de cada PTE poderão ser realizadas, porém momentâneas e condicionadas à disponibilidade de gás natural estocado (empacotado) no gasoduto

A potência total requerida pelos compressores configurados neste modelo equivale ao valor de 0HP (referência 2.5), pois não necessitam operar. O volume diário de gás de uso do sistema (GUS) calculado para a situação base contratada e seus incrementos para obtenção das capacidades de transporte, comercial e disponível não foram representados, pois a configuração dos parâmetros técnicos dos compressores será inserida quando da realização da sintonia do modelo, com a participação do transportador

**RELATÓRIO**Nº **RL-ANP-FPL-035**REV. **A****PROGRAMA:** MODELO TEÓRICO E COMPUTACIONAL PARA AVALIAÇÃO DE CAPACIDADE DE GASODUTOS**FOLHA** 8 de 10**TÍTULO:** Cálculo de Capacidade da Malha
Nordeste Setentrional – Guamaré-Pilar

-

-

Tabela 5 – PTE Ielmo Marinho

Capacidade de Transporte: 8.000 m³/dia		
Margem Operacional 0 m³/d	Capacidade Comercial: 8.000 m³/dia	
	Capacidade Contratada: 0 m³/d	Capacidade Disponível: 8.000 m³/dia

Tabela 6 – PTE Macaíba

Capacidade de Transporte: 1.010.000 m³/dia		
Margem Operacional 0 m³/d	Capacidade Comercial: 1.010.000 m³/dia	
	Capacidade Contratada: 225.082 m³/d	Capacidade Disponível: 1.010.000 m³/dia

Tabela 7 – PTE Goianinha

Capacidade de Transporte: 40.000 m³/dia		
Margem Operacional 0 m³/d	Capacidade Comercial: 40.000 m³/dia	
	Capacidade Contratada: 11.407 m³/d	Capacidade Disponível: 28.593 m³/dia

Tabela 8 – PTE Mamanguape

Capacidade de Transporte: 25.000 m³/dia		
Margem Operacional 0 m³/d	Capacidade Comercial: 25.000 m³/dia	
	Capacidade Contratada: 7.638 m³/d	Capacidade Disponível: 17.362 m³/dia

Tabela 9 – PTE Santa Rita

Capacidade de Transporte: 240.000 m³/dia		
Margem Operacional 0 m³/d	Capacidade Comercial: 240.000 m³/dia	
	Capacidade Contratada: 130.995 m³/d	Capacidade Disponível: 109.005 m³/dia

Tabela 10 – PTE Campina Grande

Capacidade de Transporte: 200.000 m³/dia		
Margem Operacional 0 m³/d	Capacidade Comercial: 200.000 m³/dia	
	Capacidade Contratada: 45.137 m³/d	Capacidade Disponível: 154.863 m³/dia

**RELATÓRIO**Nº **RL-ANP-FPL-035**REV. **A****PROGRAMA:** MODELO TEÓRICO E COMPUTACIONAL PARA AVALIAÇÃO DE CAPACIDADE DE GASODUTOS**FOLHA** 9 de 10**TÍTULO:** Cálculo de Capacidade da Malha
Nordeste Setentrional – Guamaré-Pilar

-

-

Tabela 11 – PTE Pedras de Fogo

Capacidade de Transporte: 264.000 m³/dia		
Margem Operacional 0 m³/d	Capacidade Comercial: 264.000 m³/dia	
	Capacidade Contratada: 124.449 m³/d	Capacidade Disponível: 139.551 m³/dia

Tabela 12 – PTE Goiana II

Capacidade de Transporte: 1.000.000 m³/dia		
Margem Operacional 0 m³/d	Capacidade Comercial: 1.000.000 m³/dia	
	Capacidade Contratada: 64.696 m³/d	Capacidade Disponível: 935.304 m³/dia

Tabela 13 – PTE Igarassu I

Capacidade de Transporte: 129.000 m³/dia		
Margem Operacional 0 m³/d	Capacidade Comercial: 129.000 m³/dia	
	Capacidade Contratada: 100.121 m³/d	Capacidade Disponível: 28.879 m³/dia

Tabela 14 – PTE Igarassu II

Capacidade de Transporte: 93.000 m³/dia		
Margem Operacional 0 m³/d	Capacidade Comercial: 93.000 m³/dia	
	Capacidade Contratada: 55.374 m³/d	Capacidade Disponível: 37.626 m³/dia

Tabela 15 – PTE Paulista

Capacidade de Transporte: 202.000 m³/dia		
Margem Operacional 0 m³/d	Capacidade Comercial: 202.000 m³/dia	
	Capacidade Contratada: 86.400 m³/d	Capacidade Disponível: 115.600 m³/dia

Tabela 16 – PTE Recife

Capacidade de Transporte: 389.000 m³/dia		
Margem Operacional 0 m³/d	Capacidade Comercial: 389.000 m³/dia	
	Capacidade Contratada: 167.833 m³/d	Capacidade Disponível: 221.167 m³/dia

**RELATÓRIO**Nº **RL-ANP-FPL-035**REV. **A****PROGRAMA:** MODELO TEÓRICO E COMPUTACIONAL PARA AVALIAÇÃO DE CAPACIDADE DE GASODUTOS**FOLHA** 10 de 10**TÍTULO:** Cálculo de Capacidade da Malha
Nordeste Setentrional – Guamaré-Pilar

-

-

Tabela 17 – PTE Jaboatão

Capacidade de Transporte: 358.000 m³/dia		
Margem Operacional 0 m³/d	Capacidade Comercial: 358.000 m³/dia	
	Capacidade Contratada: 145.674 m³/d	Capacidade Disponível: 212.326 m³/dia

Tabela 18 – PTE Cabo

Capacidade de Transporte: 1.070.000 m³/dia		
Margem Operacional 0 m³/d	Capacidade Comercial: 1.070.000 m³/dia	
	Capacidade Contratada: 311.603 m³/d	Capacidade Disponível: 758.397 m³/dia

Tabela 19 – PTE Rio Largo

Capacidade de Transporte: 230.000 m³/dia		
Margem Operacional 0 m³/d	Capacidade Comercial: 230.000 m³/dia	
	Capacidade Contratada: 54.801 m³/d	Capacidade Disponível: 175.199 m³/dia

Tabela 20 – PTE UTE Termopernambuco

Capacidade de Transporte: 2.260.000 m³/dia		
Margem Operacional 0 m³/d	Capacidade Comercial: 2.260.000 m³/dia	
	Capacidade Contratada: 2.086.461 m³/d	Capacidade Disponível: 173.539 m³/dia

Tabela 21 – PTE Suape

Capacidade de Transporte: 1.200.000 m³/dia		
Margem Operacional 0 m³/d	Capacidade Comercial: 1.200.000 m³/dia	
	Capacidade Contratada: 267.456 m³/d	Capacidade Disponível: 932.544 m³/dia

Tabela 22 – PTE RNEST

Capacidade de Transporte: 2.800.000 m³/dia		
Margem Operacional 0 m³/d	Capacidade Comercial: 2.800.000 m³/dia	
	Capacidade Contratada: 739.871 m³/d	Capacidade Disponível: 2.060.129 m³/dia