

|                                                                                                                 |                                                                                                                      |        |          |        |                                        |                     |        |                               |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|--------|----------------------------------------|---------------------|--------|-------------------------------|--------|
|                                | <b>RELATÓRIO TÉCNICO</b>                                                                                             |        |          |        | Nº: <b>RL-9550.00-6520-940-TAG-007</b> |                     |        |                               |        |
|                                                                                                                 | CLIENTE: <b>TRANSPORTADORA ASSOCIADA DE GÁS S.A. - TAG</b>                                                           |        |          |        |                                        |                     |        | FOLHA: <b>1</b> de <b>17</b>  |        |
|                                                                                                                 | PROGRAMA:                                                                                                            |        |          |        |                                        |                     |        | OT/SS/CC: <b>-</b>            |        |
|                                                                                                                 | ÁREA: <b>INSTALAÇÕES DE GÁS NATURAL</b>                                                                              |        |          |        |                                        |                     |        |                               |        |
| <b>TAG/DO/GTO</b>                                                                                               | TÍTULO: <b>RELATÓRIO DE SIMULAÇÃO TERMO HIDRÁULICA E CÁLCULO DA CAPACIDADE DE TRANSPORTE DO SISTEMA NORTE DA TAG</b> |        |          |        |                                        |                     |        | CLASSIFICAÇÃO: <b>INTERNO</b> |        |
| EMPRESA CONTRATADA:                                                                                             |                                                                                                                      |        |          |        | RESPONSÁVEL TÉCNICO / RÚBRICA:         |                     |        |                               |        |
| Nº CONTRATO:                                                                                                    |                                                                                                                      |        | Nº CREA: |        |                                        | ARQUIVO ELETRÔNICO: |        |                               |        |
| <b>ÍNDICE DE REVISÕES</b>                                                                                       |                                                                                                                      |        |          |        |                                        |                     |        |                               |        |
| <b>REV.</b>                                                                                                     | <b>DESCRIÇÃO E/OU FOLHAS ATINGIDAS</b>                                                                               |        |          |        |                                        |                     |        |                               |        |
| <b>0</b>                                                                                                        | <b>EMISSÃO PARA INFORMAÇÃO</b>                                                                                       |        |          |        |                                        |                     |        |                               |        |
|                                                                                                                 | REV. 0                                                                                                               | REV. A | REV. B   | REV. C | REV. D                                 | REV. E              | REV. F | REV. G                        | REV. H |
| DATA                                                                                                            | 20/04/2023                                                                                                           |        |          |        |                                        |                     |        |                               |        |
| PROJETO                                                                                                         | TAG                                                                                                                  |        |          |        |                                        |                     |        |                               |        |
| EXECUÇÃO                                                                                                        | M. Cruz                                                                                                              |        |          |        |                                        |                     |        |                               |        |
| VERIFICAÇÃO                                                                                                     | L. Rodrigues                                                                                                         |        |          |        |                                        |                     |        |                               |        |
| APROVAÇÃO                                                                                                       | B. Amorim                                                                                                            |        |          |        |                                        |                     |        |                               |        |
| AS INFORMAÇÕES DESTES DOCUMENTOS SÃO DE PROPRIEDADE DA TAG, SENDO PROIBIDA A UTILIZAÇÃO FORA DA SUA FINALIDADE. |                                                                                                                      |        |          |        |                                        |                     |        |                               |        |

|                                                                                   |                                                                                                                     |                                        |               |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|---------------|
|  | RELATÓRIO TÉCNICO                                                                                                   | Nº: <b>RL-9550.00-6520-940-TAG-007</b> | REV. <b>0</b> |
|                                                                                   | ÁREA: INSTALAÇÕES DE GÁS NATURAL                                                                                    | FOLHA: 2 de 17                         |               |
|                                                                                   | TÍTULO <b>RELATÓRIO DE SIMULAÇÃO TERMO HIDRÁULICA E CÁLCULO DA CAPACIDADE DE TRANSPORTE DO SISTEMA NORTE DA TAG</b> | <b>TAG/DO/GTO</b>                      |               |

## ÍNDICE

|        |                                                      |    |
|--------|------------------------------------------------------|----|
| 1.     | OBJETIVO .....                                       | 4  |
| 2.     | DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA .....                       | 4  |
| 3.     | DEFINIÇÕES, TERMOS E SIGLAS.....                     | 4  |
| 4.     | DESCRIÇÃO DO SISTEMA .....                           | 5  |
| 4.1.   | SISTEMA NORTE .....                                  | 5  |
| 5.     | DADOS BÁSICOS .....                                  | 8  |
| 5.1.   | CONDIÇÕES DE SIMULAÇÃO .....                         | 8  |
| 5.2.   | GÁS PARA USO DO SISTEMA.....                         | 8  |
| 5.3.   | MARGEM OPERACIONAL E PERDAS DE CARGA.....            | 8  |
| 5.4.   | ELEVAÇÃO .....                                       | 9  |
| 6.     | CENÁRIOS DE TRANSPORTE – CÁLCULO DA CAPACIDADE ..... | 9  |
| 6.1.   | DEFINIÇÃO DE ZONAS DE SAÍDA.....                     | 9  |
| 6.2.   | PREMISSAS.....                                       | 10 |
| 6.3.   | METODOLOGIA.....                                     | 11 |
| 6.4.   | CENÁRIOS DE INJEÇÃO CONSIDERADOS .....               | 11 |
| 7.     | RESULTADOS .....                                     | 11 |
| 7.1.1. | ESQUEMÁTICOS DE ZONAS DE SAÍDA .....                 | 12 |
| 7.1.2. | PERFIS DE PRESSÃO E VAZÃO .....                      | 12 |
| 7.1.3. | CAPACIDADES DO SISTEMA .....                         | 13 |
| 8.     | CONCLUSÃO .....                                      | 14 |
| 9.     | ANEXOS .....                                         | 15 |

|                                                                                   |                                                                                                                     |                                        |               |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|---------------|
|  | RELATÓRIO TÉCNICO                                                                                                   | Nº: <b>RL-9550.00-6520-940-TAG-007</b> | REV. <b>0</b> |
|                                                                                   | ÁREA: <b>INSTALAÇÕES DE GÁS NATURAL</b>                                                                             | FOLHA: <b>3 de 17</b>                  |               |
|                                                                                   | TÍTULO <b>RELATÓRIO DE SIMULAÇÃO TERMO HIDRÁULICA E CÁLCULO DA CAPACIDADE DE TRANSPORTE DO SISTEMA NORTE DA TAG</b> | <b>TAG/DO/GTO</b>                      |               |

### LISTA DE FIGURAS

|                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| FIGURA 1 – ESQUEMÁTICO DO SISTEMA URUCU-COARI-MANAUS .....            | 6  |
| FIGURA 2 – ESQUEMÁTICO DAS ZONAS DE SAÍDA – MALHA NORTE.....          | 12 |
| FIGURA 3 – PERFIL DE PRESSÃO E VAZÃO DA MALHA NORTE – CENÁRIO 1 ..... | 12 |

### LISTA DE TABELAS

|                                                                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| TABELA 1 – CARACTERÍSTICAS DE PROJETO DOS GASODUTOS E RAMAIS DO SISTEMA NORTE .....                                     | 6  |
| TABELA 2 – CARACTERÍSTICAS DOS PONTOS DE ENTRADA DO SISTEMA NORTE.....                                                  | 6  |
| TABELA 3 – CARACTERÍSTICAS DOS PONTOS DE SAÍDA DO SISTEMA NORTE.....                                                    | 7  |
| TABELA 4 – CARACTERÍSTICAS DE PROJETO DAS ESTAÇÕES DE COMPRESSÃO DO SISTEMA NORTE .....                                 | 7  |
| TABELA 5 – CARACTERÍSTICAS DE PROJETO DAS ESTAÇÕES REDUTORAS DE PRESSÃO E CONTROLADORAS DE VAZÃO DO SISTEMA NORTE ..... | 7  |
| TABELA 6 – CARACTERÍSTICAS DO GÁS NATURAL.....                                                                          | 8  |
| TABELA 7 – CENÁRIO CONSIDERADO.....                                                                                     | 11 |
| TABELA 8 – CAPACIDADES DE SAÍDA DO SISTEMA NORTE DA TAG .....                                                           | 13 |

|                                                                                   |                                                                                                              |                                 |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|--------|
|  | RELATÓRIO TÉCNICO                                                                                            | Nº: RL-9550.00-6520-940-TAG-007 | REV. 0 |
|                                                                                   | ÁREA: INSTALAÇÕES DE GÁS NATURAL                                                                             | FOLHA: 4 de 17                  |        |
|                                                                                   | TÍTULO RELATÓRIO DE SIMULAÇÃO TERMO HIDRÁULICA E CÁLCULO DA CAPACIDADE DE TRANSPORTE DO SISTEMA NORTE DA TAG | TAG/DO/GTO                      |        |

## 1. OBJETIVO

O presente relatório tem como objetivo apresentar os resultados das análises de Capacidade Disponível para o Sistema Norte da TAG, obtidos através de simulação termo hidráulica em regime permanente de escoamento, para o Processo de Chamada Pública de Oferta de Capacidade de 2022. A obtenção da Capacidade Técnica Disponível considerou, (i) as características técnicas e operacionais do Sistema de Transporte Norte e (ii) as premissas de fluxo de injeções e retiradas levando-se em consideração a definição das zonas de saída utilizadas para fins da contratação do serviço de transporte em 2022 (conforme detalhado no documento da referência 2.1), bem como a manutenção dos critérios utilizados para fins do estabelecimento das Zonas de Balanceamento de Capacidade, no que tange aos aspectos comerciais da contratação do serviço de transporte. Os valores aqui disponibilizados foram baseados em um cenário comercial de oferta e demanda, e estão sujeitos a ajustes ao longo do processo da Chamada Pública, de acordo com a solicitação de capacidade a ser realizada pelos agentes de mercado.

## 2. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

- 2.1 RL-9550.00-6520-940-TAG-002\_RD – Estudo de Capacidade do Sistema de Transporte da TAG – Definição de Zonas de Entrega e Zonas de Balanceamento
- 2.2 MD-9550.00-6521-940-TAG-001\_R0 – Memorial Descritivo da Parametrização dos Modelos Termo Hidráulicos

## 3. DEFINIÇÕES, TERMOS E SIGLAS

- **A JUSANTE** – termo utilizado para mencionar instalações que estão localizadas depois de determinado ponto de referência.
- **A MONTANTE** – termo utilizado para mencionar instalações que estão localizadas antes de determinado ponto de referência.
- **ESTAÇÃO DE COMPRESSÃO (ECOMP)** – são instalações próprias da companhia que compõe o sistema de transporte de gás natural, composta principalmente por compressores. Elas ficam situadas em pontos logísticos e estratégicos, com o intuito de comprimir o gás natural, elevando a pressão do fluido contido no gasoduto, e, por consequência, acrescentando maior energia ao gás, o que possibilita e potencializa a continuidade da movimentação da molécula.

|                                                                                   |                                                                                                                     |                                        |               |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|---------------|
|  | RELATÓRIO TÉCNICO                                                                                                   | Nº: <b>RL-9550.00-6520-940-TAG-007</b> | REV. <b>0</b> |
|                                                                                   | ÁREA: <b>INSTALAÇÕES DE GÁS NATURAL</b>                                                                             | FOLHA: <b>5 de 17</b>                  |               |
|                                                                                   | TÍTULO <b>RELATÓRIO DE SIMULAÇÃO TERMO HIDRÁULICA E CÁLCULO DA CAPACIDADE DE TRANSPORTE DO SISTEMA NORTE DA TAG</b> | <b>TAG/DO/GTO</b>                      |               |

- **ESTAÇÃO REDUTORA DE PRESSÃO (ERP)** – são instalações que possuem como objetivo o rebaixamento da pressão do gás natural, visando atender especificações técnicas das instalações a jusante.
- **GÁS ou GÁS NATURAL** – mistura de hidrocarbonetos constituída essencialmente de metano, outros hidrocarbonetos e gases não combustíveis, que se extrai de reservatórios naturais, que se encontra no estado gasoso nas Condições Base e em conformidade com a Resolução ANP no 16/2008, ou outra que vier a substituí-la.
- **INSTALAÇÕES** – são os dutos e todas as estações correlatas utilizadas para disponibilizar ou receber o gás, conforme o caso.
- **PONTO DE SAÍDA (PS)** – ponto nos Gasodutos de Transporte no qual o gás natural é entregue pelo TRANSPORTADOR ao CARREGADOR ou a quem este venha a indicar.
- **PONTO DE ENTRADA (PE)** – ponto nos Gasodutos de Transporte no qual o gás é entregue ao TRANSPORTADOR pelo CARREGADOR ou por quem esta venha a indicar.
- **SERVIÇO DE COMPRESSÃO (SCOMP)** – são serviços prestados por terceiros em instalações que possuem o mesmo objetivo e semelhante construção às ECOMPs. Entretanto, trata-se de estações de compressão terceirizadas, com o intuito de prestar o serviço de compressão de gás natural.
- **TERMO DE COMPROMISSO DE CESSAÇÃO DE CONDUTA (TCC)** – É um termo de compromisso assinado pela Petrobras com o Conselho Administrativo de Defesa Econômica (CADE), em 08/07/2019, através do qual este carregador se compromete, dentre outras providências, a indicar nos sistemas de transporte da TAG quais são os volumes de injeção e retirada máxima em cada ponto de entrada e zona de saída, por área de concessão de cada companhia distribuidora local e consumos próprios, perante a ANP e os referidos transportadores, dentro dos limites de Quantidade Diária Contratada dos contratos de serviço de transporte atuais.

## 4. DESCRIÇÃO DO SISTEMA

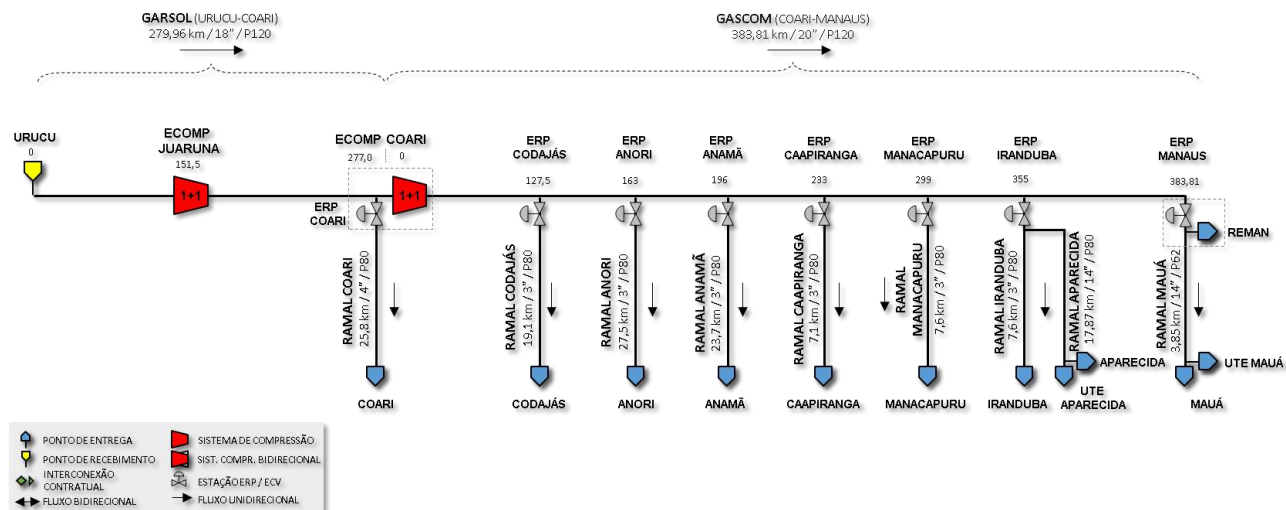
### 4.1. SISTEMA NORTE

O sistema de transporte do Norte, também nomeado de Urucu-Coari-Manaus, interliga o Polo de Processamento de Arara, onde é processado o gás da Província Petrolífera de Urucu, ao Polo Industrial de Manaus.

Esse sistema é composto pelo trecho Urucu-Coari, com 18 polegadas de diâmetro nominal e 276 km de extensão, pelo trecho Coari-Manaus, com diâmetro nominal de 20 polegadas e 382 km de extensão, 9 ramais diretamente interligados à linha tronco, que totalizam 140,1 km de

|     |                                                                                                               |                                 |        |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|--------|
| TAG | RELATÓRIO TÉCNICO                                                                                             | Nº: RL-9550.00-6520-940-TAG-007 | REV. 0 |
|     | ÁREA: INSTALAÇÕES DE GÁS NATURAL                                                                              | FOLHA: 6 de 17                  |        |
|     | TÍTULO: RELATÓRIO DE SIMULAÇÃO TERMO HIDRÁULICA E CÁLCULO DA CAPACIDADE DE TRANSPORTE DO SISTEMA NORTE DA TAG | TAG/DO/GTO                      |        |

extensão, 8 Estações Redutoras de Pressão (ERPs) e 2 Estações de Compressão (ECOMPs) de Juaruna e Coari. A Figura 1 apresenta o esquemático do Sistema Norte.



**Figura 1 – Esquemático do sistema Urucu-Coari-Manaus**

As características técnicas, conforme projeto, utilizadas na simulação são apresentadas na Tabela 1, Tabela 2, Tabela 3, Tabela 4 e Tabela 5. Demais dados de projeto, estão disponíveis nos documentos de engenharia de cada instalação.

**Tabela 1 – Características de projeto dos gasodutos e ramais do Sistema Norte**

| Gasoduto/Ramal        | UF | Diâmetro [pol] | Extensão [km] | PMOA [kgf/cm <sup>2</sup> ] | Rugosidade [microns] |
|-----------------------|----|----------------|---------------|-----------------------------|----------------------|
| URUCU-COARI (GARSOL)  | AM | 18             | 279,96        | 120,0                       | 9                    |
| COARI-MANAUS (GASCOM) | AM | 20             | 383,81        | 120,0                       | 9                    |
| RAMAL COARI           | AM | 4              | 25,80         | 80,0                        | 9                    |
| RAMAL CODAJÁS         | AM | 3              | 19,1          | 80,0                        | 9                    |
| RAMAL ANORI           | AM | 3              | 27,50         | 80,0                        | 9                    |
| RAMAL ANAMÃ           | AM | 3              | 23,70         | 80,0                        | 9                    |
| RAMAL CAAPIRANGA      | AM | 3              | 7,10          | 80,0                        | 9                    |
| RAMAL MANACAPURU      | AM | 3              | 7,60          | 80,0                        | 9                    |
| RAMAL IRANDUBA        | AM | 3              | 7,60          | 80,0                        | 9                    |
| RAMAL APARECIDA       | AM | 14             | 17,87         | 80,0                        | 9                    |
| RAMAL MAUÁ            | AM | 14             | 3,85          | 62,0                        | 9                    |

**Tabela 2 – Características dos pontos de entrada do Sistema Norte**

| Ponto de Entrada                       | UF | Pressão Máxima [kgf/cm <sup>2</sup> g] | Pressão Mínima [kgf/cm <sup>2</sup> g] | Vazão Máxima [mil m <sup>3</sup> /d] | Vazão Mínima [mil m <sup>3</sup> /d] |
|----------------------------------------|----|----------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Polo de Processamento de Arara (Urucu) | AM | 120,0                                  | 50,0                                   | 7.685                                | 1.500                                |

|                                                                                   |                   |                                                                                                       |                                 |                |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|----------------|
|  | RELATÓRIO TÉCNICO |                                                                                                       | Nº: RL-9550.00-6520-940-TAG-007 | REV. 0         |
|                                                                                   | ÁREA:             | INSTALAÇÕES DE GÁS NATURAL                                                                            |                                 | FOLHA: 7 de 17 |
|                                                                                   | TÍTULO            | RELATÓRIO DE SIMULAÇÃO TERMO HIDRÁULICA E CÁLCULO DA CAPACIDADE DE TRANSPORTE DO SISTEMA NORTE DA TAG |                                 | TAG/DO/GTO     |

**Tabela 3 – Características dos pontos de saída do Sistema Norte**

| Ponto de Saída | UF | Vazão Mínima<br>[mil m³/d] | Vazão Máxima<br>[mil m³/d] | Pressão de Entrada Mínima<br>[kgf/cm²g] | Pressão de Entrada Máxima<br>[kgf/cm²g] | Pressão de Saída Mínima<br>[kgf/cm²g] | Pressão de Saída Máxima<br>[kgf/cm²g] |
|----------------|----|----------------------------|----------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| Anamã          | AM | 1,5                        | 15                         | 40,0                                    | 80,0                                    | 34,0                                  | 50,0                                  |
| Anori          | AM | 1,5                        | 15                         | 40,0                                    | 80,0                                    | 34,0                                  | 50,0                                  |
| Aparecida      | AM | 150                        | 2.500                      | 50,0                                    | 80,0                                    | 16,0                                  | 23,0                                  |
| Caapiranga     | AM | 1,5                        | 15                         | 40,0                                    | 80,0                                    | 34,0                                  | 50,0                                  |
| Coari          | AM | 17,5                       | 175                        | 40,0                                    | 80,0                                    | 34,0                                  | 50,0                                  |
| Codajás        | AM | 6                          | 60                         | 40,0                                    | 80,0                                    | 34,0                                  | 50,0                                  |
| Irlanduba      | AM | 6                          | 60                         | 40,0                                    | 80,0                                    | 34,0                                  | 50,0                                  |
| Manacapuru     | AM | 17,5                       | 175                        | 40,0                                    | 80,0                                    | 34,0                                  | 50,0                                  |
| Mauá (PIEs)    | AM | 65                         | 1.075                      | 40,0                                    | 60,0                                    | 16,0                                  | 23,0                                  |
| REMAN          | AM | 25                         | 400                        | 49,0                                    | 62,0                                    | 40,0                                  | 50,0                                  |
| UTE Aparecida  | AM | 100                        | 1.200                      | 50,0                                    | 80,0                                    | 45,5                                  | 60,0                                  |
| UTE Mauá       | AM | 200                        | 2.800                      | 40,0                                    | 60,0                                    | 36,0                                  | 50,0                                  |

**Tabela 4 – Características de projeto das estações de compressão do Sistema Norte**

| Estação de Compressão | Pressão Mínima de Sucção<br>[kgf/cm²g] | Pressão Máxima de Descarga<br>[kgf/cm²g] | Vazão Máxima<br>[mil m³/d] | Temperatura Máxima de Descarga [°C] | Gás Combustível<br>[mil m³/d] |
|-----------------------|----------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|
| ECOMP Juaruna         | 70,0                                   | 120,00                                   | 7.625                      | 55                                  | 60                            |
| ECOMP Coari           | 70,0                                   | 120,00                                   | 7.625                      | 55                                  | 60                            |

**Tabela 5 – Características de projeto das estações redutoras de pressão e controladoras de vazão do Sistema Norte**

| Estação Redutora de Pressão | UF | Pressão de Saída Mínima<br>[kgf/cm²g] | Pressão de Saída Máxima<br>[kgf/cm²g] | Vazão Mínima<br>[mil m³/d] | Vazão Máxima<br>[mil m³/d] |
|-----------------------------|----|---------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| ERP Coari                   | AM | 45,0                                  | 80,0                                  | 17,5                       | 175                        |
| ERP Codajás                 | AM | 45,0                                  | 80,0                                  | 6,0                        | 60                         |
| ERP Anori                   | AM | 45,0                                  | 80,0                                  | 1,5                        | 15                         |
| ERP Anamã                   | AM | 45,0                                  | 80,0                                  | 1,5                        | 15                         |
| ERP Caapiranga              | AM | 45,0                                  | 80,0                                  | 1,5                        | 15                         |
| ERP Manacapuru              | AM | 45,0                                  | 80,0                                  | 17,5                       | 175                        |
| ERP Irlanduba               | AM | 49,5                                  | 80,0                                  | 400,0                      | 4.000                      |
| ERP Manaus                  | AM | 49,0                                  | 60,0                                  | 225,0                      | 4.275                      |

Vale ressaltar que os modelos computacionais construídos consideraram a integridade da malha de gasodutos na sua condição original de projeto. Toda e qualquer condição que difere da original no sentido de reduzir a capacidade da malha é tratada como algo transitório e que será devidamente corrigido.

|                                                                                   |                                                                                                               |                                 |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|--------|
|  | RELATÓRIO TÉCNICO                                                                                             | Nº: RL-9550.00-6520-940-TAG-007 | REV. 0 |
|                                                                                   | ÁREA: INSTALAÇÕES DE GÁS NATURAL                                                                              | FOLHA: 8 de 17                  |        |
|                                                                                   | TÍTULO: RELATÓRIO DE SIMULAÇÃO TERMO HIDRÁULICA E CÁLCULO DA CAPACIDADE DE TRANSPORTE DO SISTEMA NORTE DA TAG | TAG/DO/GTO                      |        |

## 5. DADOS BÁSICOS

### 5.1. CONDIÇÕES DE SIMULAÇÃO

Os seguintes dados básicos foram utilizados na simulação termo hidráulica:

- Software utilizado: PipelineStudio, versão 5.0.0
- Regime de escoamento: permanente
- Condições de referência de vazão: 20 °C e 1 atm
- Coeficiente global de transferência de calor: 1,5 W/m²K
- Temperatura ambiente média Norte (verão): 33 °C
- Equação de fator de atrito: Colebrook
- Equação de estado do gás – Sistema Norte: Sarem
- Equação de viscosidade do gás: LGE
- Características do gás:

**Tabela 6 – Características do gás natural**

| ORIGEM        | CO2 | C1   | C2   | C3  | IC4 | NC4 | IC5 | NC5 | C6  | N2   |
|---------------|-----|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| Polo de Arara | 0,2 | 74,2 | 10,7 | 0,3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 14,7 |

### 5.2. GÁS PARA USO DO SISTEMA

Os valores de consumo de gás combustível das estações de compressão utilizados nas simulações foram obtidos nas folhas de dados dos acionadores, considerando a utilização dos compressores na máxima potência. Esses valores são apresentados na Tabela 4.

O volume de gás utilizado nos aquecedores de pontos de saída e estações podem ser considerados desprezíveis em relação aos volumes movimentados e, portanto, não foram considerados.

### 5.3. MARGEM OPERACIONAL E PERDAS DE CARGA

Foi adotada a margem operacional de 5,0%, em vazão, para todo o sistema. Sobre o recebimento de gás nos gasodutos, considerou-se uma perda de carga de 1 kgf/cm²g na saída dos Pontos de entrada e dos sistemas de compressão, devido à perda de carga nas tubulações e nos equipamentos existentes nessas instalações (medidores de vazão, gás coolers, controles contra sobre-pressão, etc.). O detalhamento dos valores de perda de carga considerados, encontra-se descrito no Anexo I da referência 2.2.

|                                                                                   |                                                                                                                     |                                        |               |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|---------------|
|  | RELATÓRIO TÉCNICO                                                                                                   | Nº: <b>RL-9550.00-6520-940-TAG-007</b> | REV. <b>0</b> |
|                                                                                   | ÁREA: <b>INSTALAÇÕES DE GÁS NATURAL</b>                                                                             | FOLHA: <b>9 de 17</b>                  |               |
|                                                                                   | TÍTULO <b>RELATÓRIO DE SIMULAÇÃO TERMO HIDRÁULICA E CÁLCULO DA CAPACIDADE DE TRANSPORTE DO SISTEMA NORTE DA TAG</b> | <b>TAG/DO/GTO</b>                      |               |

Para cada Ponto de Saída foi considerada uma perda de carga conforme as instalações existentes em cada ponto (1 kgf/cm<sup>2</sup>g para cada subsistema da estação - filtragem, aquecimento, regulação, medição e tubulações).

#### 5.4. ELEVAÇÃO

Para o perfil de elevação dos gasodutos e ramais, foram consideradas as informações obtidas através dos documentos de engenharia de planta e perfil. Para o traçado da elevação foram estabelecidos pontos notáveis, sendo eles: PS, PE, SCOMP, ECOMP, ERP, EDG, travessias de grandes rios/lagos, diferenciais de elevação acima de 100 m, conexão com outros dutos. As curvas são apresentadas nas figuras presentes no Anexo 9.3.

### 6. CENÁRIOS DE TRANSPORTE – CÁLCULO DA CAPACIDADE

Ao longo da análise através de simulação termo-hidráulica para obtenção da Capacidade Técnica Disponível, foram evidenciadas as características técnicas do sistema e suas restrições. Estas restrições estão em parte associadas à definição das zonas de saída. Tais zonas são entendidas, para fins deste estudo, como o conjunto de pontos de saída que deve ofertar capacidade igual ou menor que a soma das capacidades físicas de seus pontos, permitindo a livre alocação por parte de seus contratantes e tendo como escopo geográfico máximo as fronteiras de cada estado.

A abrangência de uma zona de saída proporciona, por um lado, maior flexibilidade de alocação ao carregador contratante, muito embora reduza a capacidade total ofertada no sistema. Isto ocorre devido à incerteza das solicitações desejadas, que leva à necessidade de prever todos os cenários possíveis de atendimento.

Tendo em vista o processo bem-sucedido de oferta e alocação de capacidade de 2021, bem como o atendimento às necessidades comerciais dos agentes envolvidos, optou-se pela manutenção das zonas de saída conforme estabelecidas para fins da contratação do serviço de transporte em 2022, sendo esta metodologia detalhada no documento da referência 2.1.

#### 6.1. DEFINIÇÃO DE ZONAS DE SAÍDA

O conceito de Zonas de Saída é regido pelas seguintes diretrizes:

##### 1. Capacidade da Zona de Saída

A capacidade da zona de saída deve ser menor ou igual ao somatório das capacidades dos pontos de saída.

$$ZS \leq \sum PS$$

|                                                                                   |                                                                                                                     |                                        |               |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|---------------|
|  | RELATÓRIO TÉCNICO                                                                                                   | Nº: <b>RL-9550.00-6520-940-TAG-007</b> | REV. <b>0</b> |
|                                                                                   | ÁREA: <b>INSTALAÇÕES DE GÁS NATURAL</b>                                                                             | FOLHA: <b>10 de 17</b>                 |               |
|                                                                                   | TÍTULO <b>RELATÓRIO DE SIMULAÇÃO TERMO HIDRÁULICA E CÁLCULO DA CAPACIDADE DE TRANSPORTE DO SISTEMA NORTE DA TAG</b> | <b>TAG/DO/GTO</b>                      |               |

## 2. Livre alocação

Respeitando-se o limite da capacidade da zona de saída, não deve haver restrição de atendimento para os pontos de saída desta zona.

## 3. Zona por Estado

A fronteira entre dois estados deve ser o limite máximo de uma zona de saída.

## 6.2. PREMISSAS

Visando obter condições ótimas do sistema para a oferta da capacidade, mantendo-se as mesmas definições de zonas de saída do Processo de Oferta de Capacidade realizado em 2021, foram adotadas as seguintes premissas para obtenção da Capacidade Técnica Disponível do Sistema de Transporte da TAG a ser aplicada na Chamada Pública de 2022:

- **Pontos de Entrada**

Utilizou-se a soma entre os volumes reservados pela Petrobras no âmbito do TCC e os volumes contratados em 2022 demonstrando caracterização de mercado, sendo o último podendo ser ajustado pela estimativa realizada pela TAG com base no histórico de utilização da malha do último ano. Tais valores são apresentados na tabela do Anexo 9.2. Cabe ressaltar que o interesse de outros agentes em investimentos para produção adicional e ampliação do volume injetado nestes pontos trariam impactos às capacidades ora estimadas neste documento, sendo de difícil previsibilidade no momento.

- **Pontos de Saída**

Buscou-se o atendimento de toda a capacidade física dos pontos de saída. Nos trechos em que isso não foi possível por atingimento de restrições do sistema, utilizou-se, como valores mínimos, a soma entre os volumes reservados pela Petrobras no âmbito do TCC e os volumes contratados em 2022, sendo estes ajustados pela estimativa realizada pela TAG com base no histórico de utilização da malha. Tais valores são apresentados na tabela do Anexo 9.1. A capacidade remanescente foi alocada nas zonas de saída mais distantes das fontes de suprimento.

Obs 1.: Para a zona AM, apesar de existir possibilidade de atendimento de maior capacidade, a entrega foi limitada às expectativas de injeção de Urucu, única fonte supridora do Sistema Norte, de acordo com o cenário de referência.

|                                                                                   |                                                                                                                     |                                        |               |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|---------------|
|  | RELATÓRIO TÉCNICO                                                                                                   | Nº: <b>RL-9550.00-6520-940-TAG-007</b> | REV. <b>0</b> |
|                                                                                   | ÁREA: INSTALAÇÕES DE GÁS NATURAL                                                                                    | FOLHA: 11 de 17                        |               |
|                                                                                   | TÍTULO <b>RELATÓRIO DE SIMULAÇÃO TERMO HIDRÁULICA E CÁLCULO DA CAPACIDADE DE TRANSPORTE DO SISTEMA NORTE DA TAG</b> | <b>TAG/DO/GTO</b>                      |               |

### 6.3. METODOLOGIA

As características físicas do Sistema Norte da TAG, conforme descritos no item 4, foram utilizados como base para a construção de modelos computacionais e realização de simulações dentro de um conjunto de cenários de ofertas e demandas possíveis e suscetíveis de ocorrer. Tais cenários buscaram obter condições operacionais que melhor se ajustassem às premissas definidas, atendendo aos limites físicos do sistema.

Como resultado dessa análise foi possível definir as capacidades referentes a cada Zona de Saída.

### 6.4. CENÁRIOS DE INJEÇÃO CONSIDERADOS

Os cenários de injeção analisados buscaram cobrir todas as possíveis condições de operação do sistema de transporte, mantendo-se a premissa de atendimento aos consumos dos Pontos de Saída. A Tabela 7 lista o cenário considerado para a análise.

**Tabela 7 – Cenário considerado**

| Cenário | Trecho analisado e sentido do fluxo | Descrição                                                 |
|---------|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| 1       | URUCU -> MANAUS                     | Injeção em <b>URUCU</b> conforme expectativas de mercado. |

## 7. RESULTADOS

Após a realização de diversos cenários de estresse do sistema de transporte, foi possível identificar as especificidades e restrições do sistema, segundo as premissas apresentadas no item 6.2. São elas:

- Sistema Norte:
  - a estimativa considerada no cenário de capacidade máxima de injeção de Urucu limita a capacidade de entrega no trecho.
  - Cabe ressaltar que a solicitação de capacidade adicional de entrada por parte do agente incumbente ou novo agente interessado, respeitada a capacidade técnica dos pontos e dos trechos do duto, podem ampliar a capacidade do Sistema Norte.

|     |                                                                                                               |                                 |        |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|--------|
| TAG | RELATÓRIO TÉCNICO                                                                                             | Nº: RL-9550.00-6520-940-TAG-007 | REV. 0 |
|     | ÁREA: INSTALAÇÕES DE GÁS NATURAL                                                                              | FOLHA: 12 de 17                 |        |
|     | TÍTULO: RELATÓRIO DE SIMULAÇÃO TERMO HIDRÁULICA E CÁLCULO DA CAPACIDADE DE TRANSPORTE DO SISTEMA NORTE DA TAG | TAG/DO/GTO                      |        |

### 7.1.1. ESQUEMÁTICOS DE ZONAS DE SAÍDA

A Figura 2 ilustra o esquemático da Malha Norte, apresentando as delimitações definidas para as Zonas de Saída e a Capacidade de cada uma delas.

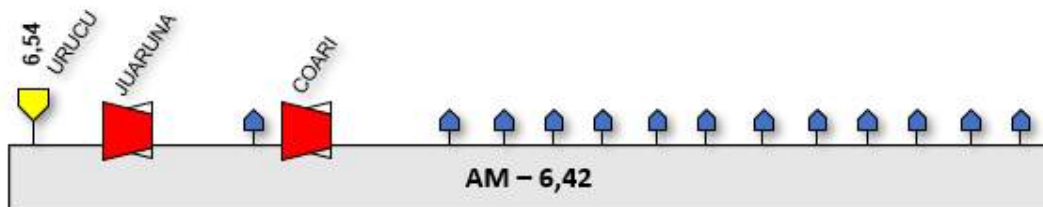


Figura 2 – Esquemático das Zonas de Saída – Malha Norte

### 7.1.2. PERFIS DE PRESSÃO E VAZÃO

Os perfis de pressão e vazão obtidos na simulação termo-hidráulica para o cenário da Tabela 7 são apresentados na Figura 3. O *Steady State Report* gerado a partir da simulação executada, no software PipelineStudio versão 5.0.0, é apresentado no Anexo 9.4.

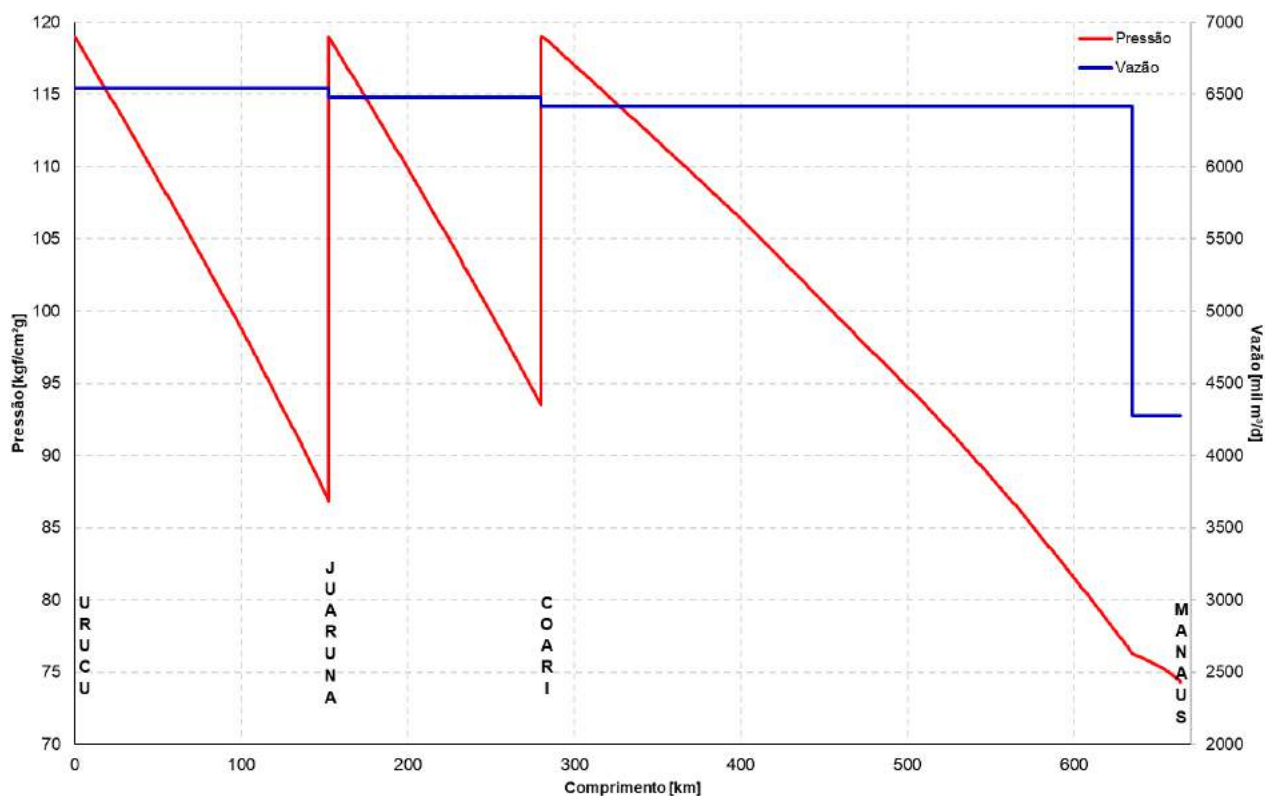


Figura 3 – Perfil de pressão e vazão da Malha Norte – Cenário 1

|                                                                                   |                                                                                                                      |                                        |               |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|---------------|
|  | RELATÓRIO TÉCNICO                                                                                                    | Nº: <b>RL-9550.00-6520-940-TAG-007</b> | REV. <b>0</b> |
|                                                                                   | ÁREA: INSTALAÇÕES DE GÁS NATURAL                                                                                     | FOLHA: 13 de 17                        |               |
|                                                                                   | TÍTULO: <b>RELATÓRIO DE SIMULAÇÃO TERMO HIDRÁULICA E CÁLCULO DA CAPACIDADE DE TRANSPORTE DO SISTEMA NORTE DA TAG</b> | <b>TAG/DO/GTO</b>                      |               |

### 7.1.3. CAPACIDADES DO SISTEMA

A Tabela 8 resume os valores de Capacidade de Saída e Capacidade Disponível para o Sistema Norte, sendo a Capacidade Técnica Disponível do Sistema de Transporte da TAG o resultado obtido debitando-se a Reserva do TCC.

A tabela presente no anexo 9.1 apresenta a capacidade em maiores detalhes, demonstrando os valores por zona de saída. A tabela do anexo 9.2 apresenta as capacidades de entrada no sistema.

**Tabela 8 – Capacidades de Saída do Sistema Norte da TAG**

|               | Capacidade de Saída | Reserva TCC | Capacidade Técnica Disponível |
|---------------|---------------------|-------------|-------------------------------|
|               | [mil m³/d]          |             |                               |
| Sistema Norte | 6.419,5             | 6.419,5     | 0,0                           |

|                                                                                   |                                                                                                                     |                                        |               |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|---------------|
|  | RELATÓRIO TÉCNICO                                                                                                   | Nº: <b>RL-9550.00-6520-940-TAG-007</b> | REV. <b>0</b> |
|                                                                                   | ÁREA: <b>INSTALAÇÕES DE GÁS NATURAL</b>                                                                             | FOLHA: <b>14 de 17</b>                 |               |
|                                                                                   | TÍTULO <b>RELATÓRIO DE SIMULAÇÃO TERMO HIDRÁULICA E CÁLCULO DA CAPACIDADE DE TRANSPORTE DO SISTEMA NORTE DA TAG</b> | <b>TAG/DO/GTO</b>                      |               |

## 8. CONCLUSÃO

O modelo de simulação termo-hidráulica para o Sistema Norte da TAG, conforme descrito neste relatório, permitiu demonstrar as restrições físicas do Sistema de Transporte. A partir deste relatório, foram definidas premissas e criados cenários, com o objetivo de calcular a capacidade de transporte de cada Zona de Saída.

Tendo em vista o Processo de Oferta de Capacidade de 2021, bem como o atendimento às necessidades comerciais dos agentes envolvidos, optou-se pela manutenção das zonas de saída conforme estabelecidas para fins da contratação da Capacidade Técnica Disponível do Sistema de Transporte da TAG na Chamada Pública de 2022, metodologia esta detalhada no documento da referência 2.1.

Quanto às Capacidades de Saída do Sistema Norte, obteve-se o valor de 6.419,5 mil m<sup>3</sup>/d, não havendo Capacidade Disponível. Para o atendimento da capacidade mencionada, foram necessários o máximo de 120 mil m<sup>3</sup>/d de gás de uso do sistema, para a utilização como gás combustível dos compressores do Sistema Norte.

Considerando-se a metodologia de cenários e o conceito dinâmico de capacidade no regime de entrada e saída, solicitações adicionais de injeção e/ou a redistribuição/ampliação da demanda esperada nos Pontos de Saída ao longo do tempo poderão ensejar, em qualquer momento do processo de oferta de capacidade, uma revisão dos cenários aqui definidos.

Para fins de contratação da capacidade de transporte, será aplicada uma Zona de Balanceamento para o Sistema Norte.

|                                                                                   |                                                                                                               |                                 |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|--------|
|  | RELATÓRIO TÉCNICO                                                                                             | Nº: RL-9550.00-6520-940-TAG-007 | REV. 0 |
|                                                                                   | ÁREA: INSTALAÇÕES DE GÁS NATURAL                                                                              | FOLHA: 15 de 17                 |        |
|                                                                                   | TÍTULO: RELATÓRIO DE SIMULAÇÃO TERMO HIDRÁULICA E CÁLCULO DA CAPACIDADE DE TRANSPORTE DO SISTEMA NORTE DA TAG | TAG/DO/GTO                      |        |

## 9. ANEXOS

### 9.1 Capacidades das Zonas de Saída – Sistema Norte

| Zonas de Saída | Pontos de Saída | Vazão Máxima | Capacidade de Entrega por Zona <sup>1</sup> | Reserva TCC | Expectativa de Mercado <sup>2</sup> | Estimativa Total <sup>3</sup> | Capacidade Disponível por Zona |
|----------------|-----------------|--------------|---------------------------------------------|-------------|-------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| [mil m³/d]     |                 |              |                                             |             |                                     |                               |                                |
| AM             | Coari           | 175,0        | 6.419,5                                     | -           | 6.419,5                             | 6.419,5                       | 0,0                            |
|                | Codajás         | 60,0         |                                             |             |                                     |                               |                                |
|                | Anori           | 15,0         |                                             |             |                                     |                               |                                |
|                | Anamã           | 15,0         |                                             |             |                                     |                               |                                |
|                | Caapiranga      | 15,0         |                                             |             |                                     |                               |                                |
|                | Manacapuru      | 175,0        |                                             |             |                                     |                               |                                |
|                | Irlanduba       | 60,0         |                                             |             |                                     |                               |                                |
|                | Aparecida       | 2.500,0      |                                             |             |                                     |                               |                                |
|                | UTE Aparecida   | 1.200,0      |                                             |             |                                     |                               |                                |
|                | Mauá (PIEs)     | 1.075,0      |                                             |             |                                     |                               |                                |
|                | UTE Mauá        | 2.800,0      |                                             |             |                                     |                               |                                |
|                | REMAN           | 400,0        |                                             |             |                                     |                               |                                |
| Total          |                 | 8.490,0      | 6.419,5                                     | -           | 6.419,5                             | 6.419,5                       | 0,0                            |

<sup>1</sup> Conforme premissas estabelecidas no item 6.2.

<sup>2</sup> Estimativa realizada pela TAG com base no histórico de utilização da malha do último ano.

<sup>3</sup> Composta pela soma entre os valores das colunas Reserva TCC e Expectativa de Mercado. A Expectativa Total representa o valor mínimo a ser atendido para a definição da Capacidade de Saída da Zona.

Obs.: Para o Sistema Norte as vazões foram consideradas com referência ao PCS de 8.318 kcal/m³ (referente ao gás de Urucu).

|                                                                                   |                                                                                                               |                                 |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|--------|
|  | RELATÓRIO TÉCNICO                                                                                             | Nº: RL-9550.00-6520-940-TAG-007 | REV. 0 |
|                                                                                   | ÁREA: INSTALAÇÕES DE GÁS NATURAL                                                                              | FOLHA: 16 de 17                 |        |
|                                                                                   | TÍTULO: RELATÓRIO DE SIMULAÇÃO TERMO HIDRÁULICA E CÁLCULO DA CAPACIDADE DE TRANSPORTE DO SISTEMA NORTE DA TAG | TAG/DO/GTO                      |        |

## 9.2 Capacidades de Entrada no Sistema

| Ponto de Entrada   | Capacidade Física de Entrada | Capacidade de Entrada Simulada <sup>1</sup> | Reserva TCC | Expectativa de Mercado <sup>2</sup> | Estimativa Total <sup>3</sup> | Capacidade Disponível de Entrada |
|--------------------|------------------------------|---------------------------------------------|-------------|-------------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|
|                    | [mil m³/d]                   |                                             |             |                                     |                               |                                  |
| URUCU <sup>4</sup> | 7.685,0                      | 6.419,5                                     | 6.419,5     | 0,0                                 | 6.419,5                       | 0,0                              |

<sup>1</sup> Segundo premissas do estudo (item 6.2). Devido a restrições do sistema, determinados Pontos de Entrada não conseguem injetar às máximas vazões, estipuladas nas premissas do estudo. Dessa forma, o valor máximo efetivo de injeção por Pontos de Entrada é apresentado na coluna Capacidade Máxima de Injeção Simulada.

<sup>2</sup> Estimativa realizada pela TAG com base no histórico de injeção da malha do último ano.

<sup>3</sup> Composta pela soma entre os valores das colunas Reserva TCC e Expectativa de Mercado.

<sup>4</sup> Para o Sistema Norte as vazões foram consideradas com referência ao PCS de 8.318 kcal/m³ (referente ao gás de Urucu).

|                                                                                              |                                                                                                                       |                                 |        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|--------|
|             | RELATÓRIO TÉCNICO                                                                                                     | Nº: RL-9550.00-6520-940-TAG-007 | REV. 0 |
|                                                                                              | ÁREA: INSTALAÇÕES DE GÁS NATURAL                                                                                      | FOLHA: 17 de 17                 |        |
|                                                                                              | TÍTULO<br>RELATÓRIO DE SIMULAÇÃO TERMO HIDRÁULICA E<br>CÁLCULO DA CAPACIDADE DE TRANSPORTE DO<br>SISTEMA NORTE DA TAG | TAG/DO/GTO                      |        |
| <div>9.3 PERFIL DE ELEVAÇÃO</div> <div>9.4 STEADY STATE REPORT MALHA NORTE – CENÁRIO 1</div> |                                                                                                                       |                                 |        |