	<b>RELATÓRIO</b>		Nº: <b>RL-ANP-FPL-003</b>						
	CLIENTE: ANP – AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO		FOLHA: 1 de 23						
	PROGRAMA: Avaliação de capacidade de gasodutos		-						
	TÍTULO: Revisão Bibliográfica		-						
<p align="center"><b>Faculdades Católicas – PUC-Rio – <span style="color: blue;">SIMDUT</span></b></p>									
<p align="center"><b>ÍNDICE DE REVISÕES</b></p>									
<b>REV.</b>	<b>DESCRIÇÃO E/OU FOLHAS ATINGIDAS</b>								
0	EMISSÃO ORIGINAL ESSE RELATÓRIO FOI CANCELADO E INCORPORADO AO RELATÓRIO RL-ANP-FPL-002								
	REV. 0	REV. A	REV. B	REV. C	REV. D	REV. E	REV. F	REV. G	REV. H
DATA	12/12/2012								
PROJETO	ANP								
EXECUÇÃO	LPires								
VERIFICAÇÃO	CVB								
APROVAÇÃO	PKrause								
AS INFORMAÇÕES DESTE DOCUMENTO SÃO PROPRIEDADE DA ANP, SENDO PROIBIDA A UTILIZAÇÃO FORA DA SUA FINALIDADE.									

**RELATÓRIO**Nº **RL-ANP-FPL-003**

REV. 0

PROGRAMA: Avaliação de Capacidade De Gasodutos

FOLHA 2 de 23


TÍTULO: Revisão Bibliográfica

-

-

**ÍNDICE**

1	OBJETIVO	3
2	DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO.	3
2.1	DEFINIÇÃO DOS CONCEITOS DE CAPACIDADE	4
2.2	PROCEDIMENTO PARA APLICAÇÃO DOS CONCEITOS PARA GASODUTOS REAIS	14
2.3	PREMISSAS E HIPÓTESES PARA O DESENVOLVIMENTO DAS FERRAMENTAS DE CÁLCULO	20
3	CONCLUSÕES	21
4	BIBLIOGRAFIA	22

	<b>RELATÓRIO</b>	<b>Nº RL-ANP-FPL-003</b>	<b>REV. 0</b>
	<b>PROGRAMA:</b>	Avaliação de Capacidade De Gasodutos	<b>FOLHA 3 de 23</b>
	<b>TÍTULO:</b>	Revisão Bibliográfica	-

## 1 OBJETIVO

Realizar uma revisão bibliográfica sobre cálculo de capacidade, de forma a embasar os conceitos para aplicação da “Lei do Gás”.

## 2 DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO.

A Lei 11909/09 (Lei do Gás), regulamentada pelo Decreto no. 7382 de 02/12/2010, dispõe sobre as atividades relativas ao transporte de gás natural, de que trata o art. 177 da Constituição Federal, bem como sobre as atividades de tratamento, processamento, estocagem, liquefação, regaseificação e comercialização de gás natural. Em especial, ressaltam-se os seguintes artigos:

Art. 32. Fica assegurado o acesso de terceiros aos gasodutos de transporte, nos termos da lei e de sua regulamentação, observado o disposto no § 2º do art. 3º e no § 3º do art. 30 desta Lei.

Art. 33. O acesso aos gasodutos de transporte dar-se-á, entre outras formas previstas em regulamentação, por contratação de serviço de transporte:

- I - firme, em capacidade disponível;
- II - interruptível, em capacidade ociosa; e
- III - extraordinário, em capacidade disponível.

Parágrafo único. O acesso aos gasodutos dar-se-á primeiramente na capacidade disponível e somente após sua integral contratação é que ficará garantido o direito de acesso à capacidade ociosa, observado o disposto no § 2º do art. 3º e no § 3º do art. 30 desta Lei.


Art. 34. O acesso ao serviço de transporte firme, em capacidade disponível, referido no inciso I do caput do art. 33 desta Lei, dar-se-á mediante chamada pública realizada pela ANP, conforme diretrizes do Ministério de Minas e Energia.

Parágrafo único. Os acessos aos serviços de transporte interruptível, em capacidade ociosa, e extraordinário, em capacidade disponível, dar-se-ão na forma da regulamentação, assegurada a publicidade, transparência e garantia de acesso a todos os interessados.

Dessa forma, para a aplicação da Lei é necessário definir os diversos conceitos de capacidade. A própria Lei do Gás apresenta as seguintes definições:

V - Capacidade Contratada de Transporte: volume diário de gás natural que o transportador é obrigado a movimentar para o carregador, nos termos do respectivo contrato de transporte;

VI - Capacidade de Transporte: volume máximo diário de gás natural que o transportador pode movimentar em um determinado gasoduto de transporte;

	<b>RELATÓRIO</b>	<b>Nº RL-ANP-FPL-003</b>	<b>REV. 0</b>
	<b>PROGRAMA:</b>	Avaliação de Capacidade De Gasodutos	<b>FOLHA 4 de 23</b>
	<b>TÍTULO:</b>	Revisão Bibliográfica	-

VII - Capacidade Disponível: parcela da capacidade de movimentação do gasoduto de transporte que não tenha sido objeto de contratação sob a modalidade firme;

VIII - Capacidade Ociosa: parcela da capacidade de movimentação do gasoduto de transporte contratada que, temporariamente, não esteja sendo utilizada.

Apesar dessas definições, a aplicação desses conceitos a gasodutos reais não se mostra imediata. Existe a necessidade de compatibilizar as características do escoamento termohidráulico do gás no duto, com as diversas modalidades contratuais e com os limites operacionais dos sistemas. Essa não é uma tarefa imediata e depende da forma como as demandas e ofertas são configuradas.

Como comentário final sobre a Lei do Gás, deve-se observar que os conceitos de capacidade se aplicam a gasodutos de transporte, que segundo a definição é:

XVIII - Gasoduto de Transporte: gasoduto que realize movimentação de gás natural desde instalações de processamento, estocagem ou outros gasodutos de transporte até instalações de estocagem, outros gasodutos de transporte e pontos de entrega a concessionários estaduais de distribuição de gás natural, ressalvados os casos previstos nos incisos XVII e XIX do caput deste artigo, incluindo estações de compressão, de medição, de redução de pressão e de entrega, respeitando-se o disposto no § 2º do art. 25 da Constituição Federal;

A aplicação dessa definição em algumas situações da malha nacional pode gerar problemas na aplicação dos conceitos de capacidade. Por exemplo, pode-se observar os gasodutos GASVOL, GASPAL e GASAN da malha sudeste do Brasil. Basicamente, a existência dessa diferenciação está amparada no histórico de evolução física da malha. Apesar de existir uma mudança de diâmetros (de 18" para 22") no fim do GASVOL e no início do GASPAL, existe um desenvolvimento linear desses gasodutos, e a separação desse sistema em gasodutos isolados pode limitar a aplicação dos conceitos de capacidade. A flexibilização dessa definição para um trecho de um gasoduto ou de vários gasodutos deve ser considerada.

A revisão bibliográfica desenvolvida pretende apresentar como esses conceitos e suas aplicações são trabalhado por diversos autores e países e como esses conceitos podem ser estendidos para auxiliar o entendimento do problema brasileiro.

Inicialmente deve-se observar que o assunto pode ser separado em três pontos:

- Definição dos conceitos de capacidade;
- Procedimento para aplicação dos conceitos para gasodutos reais;
- Premissas e hipóteses para o desenvolvimento das ferramentas de cálculo.

## 2.1 Definição dos Conceitos de Capacidade

Do ponto de vista dos transportadores, seu principal objetivo é transportar gás natural das fontes geradoras para os consumidores de uma forma segura, confiável e eficiente.

Do ponto de vista do agente regulador, seu principal objetivo é manter a operação da infraestrutura de transporte de gás natural num ambiente de competição economicamente “amigável”, sujeito ao arcabouço legal e adequado as políticas econômicas nacionais.

Os dois objetivos, para serem alcançados, necessitam de conceitos e procedimentos claros e bem estabelecidos para que o diálogo entre as partes tenha uma base sólida e comum. Nesse ponto, um dos principais conceitos está relacionado à quantidade de gás que pode ser transportada e oferecida aos consumidores. De maneira geral, esse conceito é chamado de capacidade.

O GTE Capacity and Congestion Report de 20 de junho de 2001 (Ref. 4.1) deixa claro que:


“There is no uniform definition of capacity which could unilaterally be applied. The evaluation what capacity actually means can generally only be made on a case by case basis”

Isso é explicado pelo fato de que, se por um lado capacidade (e deve-se reparar que o Report não especifica qual) pode ser definida de forma abstrata (como a Lei do Gás estabelece) baseada em características físicas e técnicas do gasoduto, por outro lado, a capacidade de um gasoduto ou de uma malha específica depende de uma série complexa de parâmetros. Assim, enquanto capacidade de um gasoduto simples, ponto a ponto, em regime permanente, pode ser objetivamente determinada, esse cálculo se torna muito mais complexo em gasodutos reais e complexos por necessitar de uma série de hipóteses e considerações.

Nessas malhas complexas, a capacidade não é só uma questão da máxima vazão que é possível ocorrer decido a um diferencial de pressão entre dois extremos do duto, mas também uma função das condições operacionais e contratuais dos diversos pontos de recebimento e entrega da malha.

Antes de entrar num detalhamento dos diversos tipos de capacidade, deve-se observar que essas capacidades podem ser contextualizadas num trecho de gasoduto (modelo nocional) ou num ponto de recebimento ou entrega de gás (modelo recebimento/entrega).

- a) A aplicação dos modelos nocionais nos mercados internacionais tem maior utilização quando se analisa a malha nacional como um todo, na qual existe transmissão de gás para dentro do país, e trânsito de gás através da malha. A capacidade assim calculada é obtida através de simulações computacionais complexas com uma série de hipóteses como a disponibilidade de gás em determinados pontos de recebimento, vazões de entregas e de trânsito através do sistema. A capacidade é colocada como a existente entre um ponto de recebimento e um ponto de entrega.
- b) Nos modelos de capacidade de pontos de recebimento/entrega (basicamente Reino Unido e Itália), essas são baseadas em pontos específicos de recebimento e retirada. O

 <b>anp</b> Agência Nacional do Petróleo	<b>RELATÓRIO</b>	Nº <b>RL-ANP-FPL-003</b>	REV. 0
	PROGRAMA:	Avaliação de Capacidade De Gasodutos	FOLHA 6 de 23
	TÍTULO:	Revisão Bibliográfica	-

operador deve fazer seus cálculos baseados em valores máximos e mínimos de recebimento e os valores de entrega baseados nos perfis de consumo. A oferta de capacidade disponível pode ser feita em base anual, sazonal, mensal ou diária. O operador da rede deve se encarregar de controlar os desbalanceamentos caso ocorram desvios entre os valores ofertados e contratados.

Além dessas duas possíveis abordagens para o cálculo de capacidade, a União Européia define alguns conceitos de capacidade (Ref. 4.2):


- a) Capacity: significa a vazão máxima, expressa em volume ou energia por unidade de tempo, que um usuário da rede de gás pode dispor, de acordo com o contrato de transporte.
- b) Unusual capacity: significa a capacidade que um usuário da rede adquiriu pelo contrato de transporte, mas que o usuário não nominou na data limite prevista pelo contrato.
- c) Firm capacity: significa a capacidade contratualmente garantida como não interruptível pelo operador do sistema.
- d) Technical capacity: significa a máxima capacidade firme que o operador da rede pode oferecer aos usuários da rede, levando em consideração a integridade do sistema e os requisitos operacionais da rede de transporte.
- e) Contracted capacity: significa a capacidade que o operador da rede de transporte alocou aos usuários da rede, baseada nos contratos de transporte.
- f) Available capacity: significa a parte da capacidade técnica (technical capacity) que não está alocada para nenhum usuário e que ainda está disponível no momento.

Por essas definições pode-se estabelecer a seguinte correlação com as definições existentes na Lei do Gás nacional:

Technical capacity	Capacidade máxima de transporte
Available capacity	Capacidade disponível
Contracted capacity	Capacidade contratada (de todos os usuários)
Unusual capacity	Capacidade ociosa

Nessa comparação deve-se chamar a atenção para o fato da legislação nacional definir os diversos conceitos de capacidade para “gasoduto de transporte”, enquanto que as definições europeias se aplicam a um sistema de transporte de gás.

Especificamente no que diz respeito a capacidade em pontos através de fronteiras, existe um GTE Report (Ref. 4.10) propondo uma metodologia para calcular capacidade disponível (*available capacity*). Esse relatório deixa claro que a capacidade disponível depende do cálculo da capacidade técnica (*technical capacity*), que por sua vez é função das características

 <b>anp</b> Agência Nacional do Petróleo	<b>RELATÓRIO</b>	Nº <b>RL-ANP-FPL-003</b>	REV. 0
	PROGRAMA:	Avaliação de Capacidade De Gasodutos	FOLHA 7 de 23
	TÍTULO:	Revisão Bibliográfica	-

técnicas do sistema e das hipóteses utilizadas para a confecção dos cenários nos pontos de recebimento e entrega. Apesar de alguns exemplos serem apresentados, todos são estabelecidos em configurações de gasodutos simples, deixando dúvidas de como estender esses conceitos para configurações mais complexas.

Especificamente em relação ao mercado da Noruega, Langelandsvik et al. (Ref. 4.9) apresentam um trabalho desenvolvido pela operadora Gassco AS visando reduzir a incerteza no cálculo de capacidade de forma a atender as capacidades reservadas pelos usuários. Porém, os autores ressaltam que a maioria dos dutos operados pela transportadora são do tipo “single leg”, isso é o gasoduto possui um ponto de recebimento e um ponto de entrega, o que facilita a aplicação dos conceitos. Nesse trabalho são apresentados diversos conceitos de capacidade utilizados pela operadora:

**Hydraulic capacity:** é a máxima vazão obtida utilizando a máxima pressão no recebimento e a mínima pressão na entrega;

**Available Technical Capacity:** leva em conta limitações nas condições de contorno do sistema, por exemplo, limitações na pressão de recebimento devido a dependências com outros gasodutos. Um fator de utilização de combustível também é deduzido para considerar erros de medição e do gás consumido nos compressores;

**Committable capacity:** é a capacidade que é disponibilizada para entregas estáveis. Uma flexibilidade operacional de 1 a 2% é usualmente deduzida da capacidade técnica disponível para garantir que pequenas perturbações operacionais não levem na capacidade de entrega de gás;

**Bookable capacity:** a operadora tem a possibilidade de reter volumes de gás durante certos períodos. Quando esses volumes são deduzidos da “committable capacity”, obtém-se a “bookable capacity”. Essa capacidade é que é ofertada aos carregadores em bases diárias.


Em Portugal, a Entidade reguladora de Serviços Energéticos apresentou em 2008 um documento que estabelece uma metodologia para o cálculo de capacidade (Ref. 4.11). Inicialmente são estabelecidos os seguintes conceitos de capacidade:

1. Capacidade técnica máxima.
2. Capacidade máxima efectiva considerando as restrições técnicas.
3. Capacidade disponível para fins comerciais.

A capacidade técnica máxima é determinada da seguinte forma para os diferentes pontos relevantes da RNTGN (Rede Nacional de Transporte de Gás Natural):

a) Pontos de entrada na RNTGN – A menor das capacidades entre a capacidade nominal das infra-estruturas a montante destes pontos, que determinam a capacidade máxima de entrega de gás natural nestes pontos, e a capacidade das estações de medição localizadas



	<b>RELATÓRIO</b>	Nº <b>RL-ANP-FPL-003</b>	REV. 0
	PROGRAMA:	Avaliação de Capacidade De Gasodutos	FOLHA 8 de 23
	TÍTULO:	Revisão Bibliográfica	-

nos mesmos. A capacidade técnica máxima no ponto de entrada de interligação será disponibilizada pelo operador da rede interligada. No ponto de ligação ao terminal de GNL será disponibilizada pelo operador desta infra-estrutura.

b) Ponto de ligação ao armazenamento subterrâneo – As capacidades no ponto de ligação entre a RNTGN e o armazenamento subterrâneo de gás natural devem distinguir dois processos. O processo de entrega de gás natural a partir da RNTGN para injeção nas cavernas e o processo de recepção de gás natural na RNTGN extraído das cavernas. Para a saída de gás natural da RNTGN para o armazenamento subterrâneo considera-se a menor das capacidades entre a capacidade nominal das infra-estruturas de injeção do armazenamento e a capacidade da estação de medição localizada nesse ponto. Para a entrada de gás natural na RNTGN a partir do armazenamento subterrâneo considera-se a menor das capacidades entre a capacidade nominal das infra-estruturas de extração do armazenamento e a capacidade da estação de medição localizada nesse ponto.

c) Restantes pontos de ligação – A capacidade nominal das estações localizadas em cada um desses pontos.

As capacidades máximas efetivas considerando as restrições técnicas dos pontos relevantes da RPGN serão as resultantes das respectivas capacidades técnicas máximas, tendo em conta as restrições técnicas existentes durante o período a que se refere a determinação da capacidade. Consideram-se restrições técnicas as resultantes da:

1. Indisponibilidade das infraestruturas da RNTIAT previstas no plano anual de manutenção.
2. Indisponibilidade pontual e não prevista nas infraestruturas da RNTIAT.
3. Necessidade de garantir a interoperabilidade entre a RNTGN e as infra-estruturas interligadas.
4. Necessidade de garantir o cumprimento de pressões mínimas de entrega.

Nos casos dos pontos de entrada na RNTGN e do ponto de saída de interligação, as respectivas capacidades máximas efetivas considerando as restrições técnicas deverão ser previamente validadas através de processos de simulação.

As capacidades disponíveis para fins comerciais dos pontos relevantes da RPGN, serão as resultantes das respectivas capacidades máximas efetivas considerando as restrições técnicas, determinadas no ponto anterior, menos as quantidades necessárias para garantir:

1. A operação das infra-estruturas da RNTIAT com segurança e fiabilidade.
2. A absorção do perfil intra-diário de consumos na RNTGN.
3. A utilização eficaz das reservas operacionais, constituídas pelos agentes de mercado nas infra-estruturas da RNTIAT, por parte do operador da RNTGN.

Nos casos dos pontos de entrada na RNTGN e do ponto de saída de interligação, as respectivas capacidades disponíveis para fins comerciais deverão ser previamente validadas através de processos de simulação.



No caso do ponto de ligação ao armazenamento subterrâneo, a capacidade disponível para fins comerciais será igual à capacidade máxima efetiva considerando as restrições técnicas, quer para o modo de injeção quer para o modo de extração, em função das existências previstas na infra-estrutura do armazenamento subterrâneo.

Nos casos dos restantes pontos de ligação, as respectivas capacidades disponíveis para fins comerciais serão iguais às correspondentes capacidades máximas efetivas.

Na Espanha (Ref. 4.12) as normas de gestão do sistema de gás natural estabelecem diversas definições de capacidade:

Capacidade nominal (*Capacidad nominal*): É a capacidade máxima autorizada pelo órgão competente na autorização administrativa correspondente a instalação e que seja tecnicamente possível conforme o projeto da mesma sem considerar os equipamentos de emergência e reservas e sem considerar as possíveis margens operacionais e restrições devido as características das instalações a que o sistema esteja conectado;

Capacidade máxima de uma instalação (*Capacidad máxima de una instalación*): a instalação utilizando todos os equipamentos da mesma, inclusive os reservas, e sem considerar as possíveis margens operacionais e restrições devido as características das instalações a que o sistema esteja conectado;

Capacidade útil de uma instalação (*Capacidad útil de una instalación*): É a capacidade máxima da instalação menos a capacidade mínima, caso exista. Caso não exista a capacidade útil coincide com a máxima.

Capacidade contratada (*Capacidad contratada*): É a parte correspondente da capacidade útil que está contratada pelos usuários do sistema.

Capacidade disponível (*Capacidad disponible*): É a diferença entre a capacidade útil e a capacidade contratada.

Observa-se que os conceitos de *Capacidad Nominal*, *disponible* e *contratada* encontram um paralelo com as definições da Lei do Gás. Porém, o conceito de capacidade ociosa não é contemplado. Esquematicamente, esses conceitos estão apresentados na Figura 1

Capacidad máxima o punta.	Capacidad de los equipos de reserva.		
	Capacidad nominal.	Capacidad útil, operativa o técnica.	Capacidad disponible.
			Capacidad contratada.
		Capacidad mínima de operación.	

Figura 1: Representação de conceitos de capacidade segundo a Referência 4.12

A preocupação das definições de capacidade em mercados europeus mais desenvolvidos, como o da Alemanha, é ligeiramente diferente dos mercados de Portugal e Espanha. No primeiro observa-se grandes malhas de gás e uma grande possibilidade de trabalhar com o empacotamento das redes durante as estações do ano. Como observado na referência 4.13, a possibilidade de contratar e utilizar a capacidade de redes de transmissão de gás é a base para o acesso a essas instalações. Capacidade é um recurso escasso, principalmente nas regiões de fronteiras nacionais das malhas. Uma parte considerável da demanda de capacidade de transmissão firme não pode ser atingida porque a capacidade firme encontra-se totalmente contratada. Isso constitui uma barreira a novos mercados. Ao mesmo tempo, o agente regulador alemão coloca que as malhas não são utilizadas na sua capacidade técnica total. Dessa forma, o agente regulador apresentou em consulta pública (Ref.4.13), medidas para o gerenciamento mais eficiente de capacidade para facilitar o acesso de novos mercados.

A definição de capacidade técnica (technical capacity = marketable) de redes de transmissão de gás depende da previsibilidade da vazão. Nesse contexto, não é possível apresentar o mesmo número de capacidade disponível para diferentes estações do ano. Como proposto no artigo, deveria ser considerado inicialmente um ajuste conveniente das ofertas de capacidade com um ajuste conveniente do mercado. Dessa forma é proposta uma redução da capacidade firme anual para o que estaria realmente disponível. A Figura 2 apresenta esquematicamente essa proposta. A oferta de capacidade firme anual deveria ficar restrita a mínima capacidade técnica sazonal (curva vermelha). Parte da capacidade disponível durante o ano poderia ser ofertada em bases quadrimestrais, mensais ou semanais. Os cálculos de capacidades em períodos curtos apresentam previsões de vazões com grau de confiabilidade relativamente elevado, o que permite a maximização dos recursos da malha. Deve-se observar que o transporte desses conceitos para a realidade nacional apresenta uma longa distância. Porém, os objetivos de maximizar os recursos e abrir o mercado são os mesmos

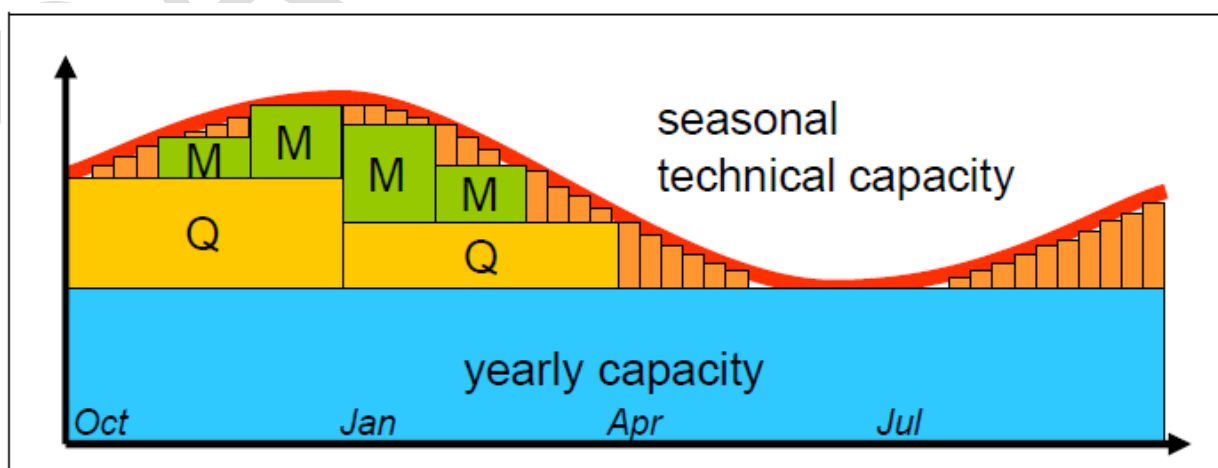


Figura 2: Representação de conceitos de capacidade segundo a Referência 4.13

A situação do mercado norte americano é diferente de diversas outras partes por existir um grande número de atores em todos os seguimentos do mercado. Juris (Ref. 4.3) apresenta um trabalho sobre a desregulamentação desse mercado. Uma vez que a maioria dos produtores e consumidores são separados por diversos estados americanos, a desregulamentação das transações interestaduais teve um grande impacto nas operações e eficiência de toda a indústria. Esse processo se iniciou em 1978 quando o Congresso Americano autorizou a liberalização desse mercado. Com isso as transações do mercado mudaram gradualmente das áreas produtoras (well heads) e consumidoras para hubs de maior interconexão interestaduais e dutos interestaduais. Esse procedimento permite que os participantes do mercado adquiram gás natural de diferentes fontes e o transporte para diferentes mercados. Isso eliminou a necessidade de contratar capacidade de transporte diretamente da produção ao ponto de consumo. Em vez disso os carregadores podem combinar rotas de fornecimento através de diversos hubs.


Basicamente os carregadores nominam os volumes diários de gás a serem recebidos, entregues ou armazenados para as companhias transportadoras com um dia de antecedência. Os carregadores também nominam a capacidade em pontos específicos de entrada e saída. Por outro lado, as companhias transportadoras integram as nominações de capacidade e determinam se a rede de dutos pode atender as nominações e em caso negativo, solicitam ajustes. Com essa informação consolidada a transportadora determina o padrão de operação, ajustando as vazões de todos os pontos de recebimento e de entrega. Os carregadores são responsáveis pelas injeções e retiradas de gás natural e são responsáveis por manter as diferenças dentro de volumes acordados comercialmente.


Na Referência 4.4 verifica-se uma preocupação maior no que diz respeito a regulamentação dos contratos, de forma que os serviços sejam realizados de forma não discriminatória. Esses contratos são divididos em dois tipos:

- *Service on a firm basis*: (serviço em base firme): significa que esse serviço não está sujeito a reclamação por outro usuário ou por outra classe de serviço
- *Service on an interruptible basis* (serviço de transporte em base interruptível): significa que a capacidade utilizada para esse serviço está sujeita a solicitação de outro usuário, ou outra classe de serviço, recebendo uma prioridade menor.

No § 13 da Referência 4.4 fica estabelecido que as companhias que prestam serviços de transporte interestadual de gás devem publicar diversas informações, entre elas:

- Dados dos contratos firmes e interruptivos;
- Capacidade e dados de vazões, o que inclui dados de capacidade disponível nos pontos de recebimentos, entrega, nas linhas tronco e locais de armazenamento; a

	RELATÓRIO	Nº RL-ANP-FPL-003	REV. 0
	PROGRAMA:	Avaliação de Capacidade De Gasodutos	FOLHA 12 de 23
	TÍTULO:	Revisão Bibliográfica	-
<p>capacidade de projeto de cada ponto; a capacidade programada em cada ponto, entre outras informações</p> <p>Porém, não houve uma preocupação do legislador em aprofundar o detalhamento nas definições de capacidade e em como elas devem ser calculadas. Isso pode ser devido ao fato do mercado ser altamente desenvolvido e as operadoras dos sistemas de transporte procurarem elevar cada vez mais a qualidade e quantidade de seus serviços, tendo em vista a concorrência existente.</p> <p>No mercado Indiano, verifica-se uma preocupação da legislação em estabelecer conceitos de capacidade semelhantes os existentes no Brasil. O Petroleum &amp; Natural Gas Regulatory Board, emitiu uma notificação (Ref. 4.5) visando, principalmente, prover acesso à capacidade disponível em bases não discriminatórias e a determinação de tarifas de transporte. Essa notificação, não só estabelece as definições como define a influência de alguns parâmetros e o procedimento para o cálculo das capacidades. No seu item de definições são apresentados os seguintes conceitos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) <i>capacity for the pipeline system</i>: significa a máxima quantidade de gás que pode ser injetada num sistema ou retirado dele em pontos específicos, em regime permanente;</li> <li>b) <i>declared capacity of pipeline</i>: significa o volume de gás natural por dia que um gasoduto é capaz de transportar em regime permanente. Essa capacidade deve ter sido determinada baseado em equações e programas selecionados e aprovados;</li> <li>c) <i>section capacity</i>: significa a capacidade de uma seção particular do gasoduto que contem um ponto de recebimento ou um ponto de entrega ou ambos. Em outras palavras, a capacidade de uma seção é a máxima vazão que pode ser obtida numa seção sem perturbar as condições de outros carregadores em outros pontos de recebimento ou entrega;</li> </ul> <p>Apesar dessas definições, em item referente a metodologia de cálculo de capacidade, a notificação apresenta uma capacidade numa junção (<i>capacity at a juncture</i>), uma capacidade do gasoduto (<i>pipeline capacity</i>), e uma <i>capacity wise section</i>, termos que não obedecem necessariamente as definições anteriores. Uma outra observação em relação a notificação é que a metodologia se apresenta difícil de seguir. Como exemplo, é colocado que deve ser ajustada a vazão contratual nos pontos de entrega e calculada a máxima pressão nesses pontos, quando o interessante seria obter as mínimas pressões, que normalmente são os limitantes contratuais.</p> <p>Na América Latina, profissionais da área de gás na Argentina apresentaram artigos técnicos visando apresentar definições e metodologia para o cálculo de capacidade. Alvarez et al (Ref. 4.6) postulam que a capacidade de projeto de um gasoduto é baseada em hipóteses feitas</p>			

 <b>anp</b> Agência Nacional do Petróleo	<b>RELATÓRIO</b>	<b>Nº RL-ANP-FPL-003</b>	<b>REV. 0</b>
	<b>PROGRAMA:</b>	Avaliação de Capacidade De Gasodutos	<b>FOLHA 13 de 23</b>
	<b>TÍTULO:</b>	Revisão Bibliográfica	-

antes da construção e que a “capacidade real” representa o desempenho do duto obtido após a partida do duto e sua operação comercial. Essa referência acrescenta que qualquer definição de capacidade é uma fotografia, uma visão de uma situação operacional em regime permanente. Quando se coloque que o um gasoduto possui uma capacidade de 4,0MMm<sup>3</sup>/d, está implícito que “.. em algum momento da operação do gasoduto...sob certas circunstâncias assumidas...em algum ponto do duto..”. Mesmo assim, os autores apresentam uma definição para Capacidade de Transmissão Nominal:

At this moment a definition of Nominal Transmission Capacity is: “the total gas quantity capable to be injected in a gas pipeline system, expressed in Mcf/d (Mm<sup>3</sup>/d), to give a firm transmission service to a group of client in agree with the assumptions described in the Nominal Transmission Capacity Technical Report.”

Assim, percebe-se que essa capacidade está diretamente ligada aos contratos de serviço firme que podem ser ofertados, os quais devem estabelecer as condições para esses serviços, como vazões e pressões limites. Além disso, esse número só tem valor se for acompanhado de um relatório que apresente toda a metodologia e hipóteses utilizadas para esse cálculo.

Em termos de uma capacidade reserva (*spare capacity*), o estudo apresenta uma metodologia para seu cálculo. A partir do momento em que essa nova demanda é identificada, um cálculo termohidráulico em regime permanente e transiente é realizado e deve-se verificar se essa nova demanda é viável, sem comprometer a situação anterior.

No Brasil poucos trabalhos foram desenvolvidos no intuito de deixar claro os conceitos de capacidade estabelecidos em lei, e suas aplicações aos gasodutos reais. A ANP, percebendo a complexidade do problema, estabeleceu no Regulamento n.1/2003 como primeira etapa, que os transportadores deveriam publicar regularmente seus relatórios de simulação termohidráulica de capacidade. Porém, em face da inexistência de um procedimento para o cálculo de capacidade e de uma padronização do relatório, diversas dúvidas ainda estão presentes entre o agente regulador e os transportadores.

Silva e Santos, em trabalho de 2009 (Ref. 4.7) realizaram uma extensa pesquisa bibliográfica sobre as definições e aplicações internacionais do conceito de capacidade, de forma a traçar um paralelo com o sistema nacional. É destacada a importância da definição de capacidade e seu papel em relação a transparência e consequente acesso de terceiros à infraestrutura de transporte de gás natural. Nesse trabalho também é destacada a importância do relatório de simulação termohidráulica e a necessidade de padronização.

Gama (Ref. 4.14) apresenta um trabalho onde são discutidos parâmetros que influenciam a capacidade máxima de transporte de um gasoduto. Todas as discussões são trabalhadas num caso de um duto simples e o conceito da capacidade contratada e de como as vazões podem

ser distribuídas pelos pontos de entrega não é abordado. Também não é apresentada uma metodologia para o conceito de capacidade ociosa.

## 2.2 Procedimento para aplicação dos conceitos para gasodutos reais

Apesar da importância da aplicação dos diversos conceitos de capacidade a sistemas reais, os regulamentos, instruções normativas e trabalhos acadêmicos existentes são poucos e quando presentes, geralmente trazem aplicações em dutos simples.

Na Bélgica (CREG), Pinon and Cuijpers (Ref.4.8) apresentam uma metodologia para o cálculo de capacidade de forma a atender melhor as necessidades dos usuários e elevar a eficiência da malha. Inicialmente são apresentados os conceitos de capacidade útil (*useful capacity*) que é igual a capacidade teórica total (*total theoretical capacity* ou *technical capacity*) menos a capacidade reservada pelo transportador para atender a integridade do sistema e os requerimentos operacionais. Gráficamente esses conceitos estão apresentados na Figura 3 pelas duas linhas superiores. Deve-se observar que o autor estabelece esses conceitos para um ponto de recebimento e não para o gasoduto como um todo.

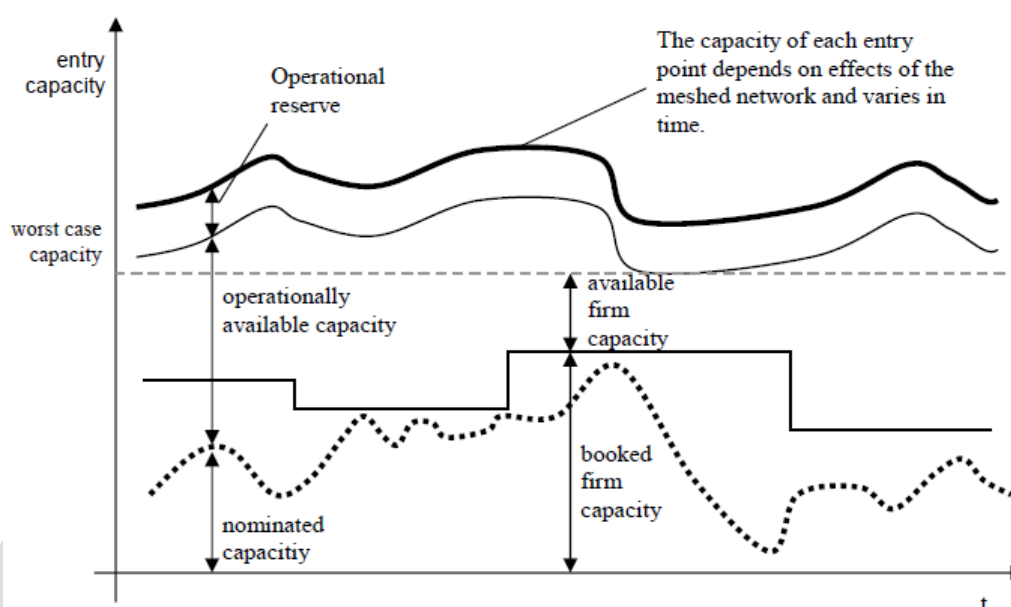



Figura 3: Representação de conceitos de capacidade segundo a Referência 4.8

Por essa figura pode-se traçar uma paralelo com as definições de capacidade previstas na Lei do Gás:

- |                                  |  |
|----------------------------------|--|
| • <i>Booked firm capacity</i>    | Capacidade contratada na modalidade firme                            |
| • <i>Nominated capacity</i>      | Parcela da capacidade contratada nominada pelo carregador para o dia |
| • <i>Available firm capacity</i> | Capacidade disponível  |



 <b>anp</b> Agência Nacional do Petróleo	<b>RELATÓRIO</b>	Nº <b>RL-ANP-FPL-003</b>	REV. 0
	PROGRAMA:	Avaliação de Capacidade De Gasodutos	FOLHA 15 de 23
	TÍTULO:	Revisão Bibliográfica	-

- *Operationally available capacity* Capacidade ociosa

A variação da capacidade técnica é devida a efeitos operacionais da malha e a capacidade útil acompanha essa variação por apresentar uma diferença constante em relação a capacidade técnica. A capacidade contratada firme varia em degraus porque diferentes carregadores podem contratar diferentes quantidades ao longo do tempo. No mercado Belga, os carregadores devem nominar a capacidade contratada numa base diária e essa pode variar fortemente em função do perfil de consumo diário, semanal ou sazonal. Já a capacidade ociosa deve ser ofertada ao mercado para o dia imediatamente a frente e numa base de serviço não firme.

O cálculo da capacidade disponível depende de parâmetros “estáticos” (estrutura física da rede) e de parâmetros “dinâmicos” (o modo com o a rede é operada e utilizada pelos carregadores), além de restrições operacionais estabelecidas pelos diversos atores (por exemplo, pressões mínimas contratuais). A capacidade disponível, principal parâmetro para acesso de terceiros a malha não é um número absoluto, pois depende de como os cenários operacional e contratual são modelados. Evidentemente, o que é resultante do modelo de cálculo (capacidade disponível) é decorrente do que é alimentado no modelo de cálculo. Esquematicamente, esse processo está apresentado na Figura 4.

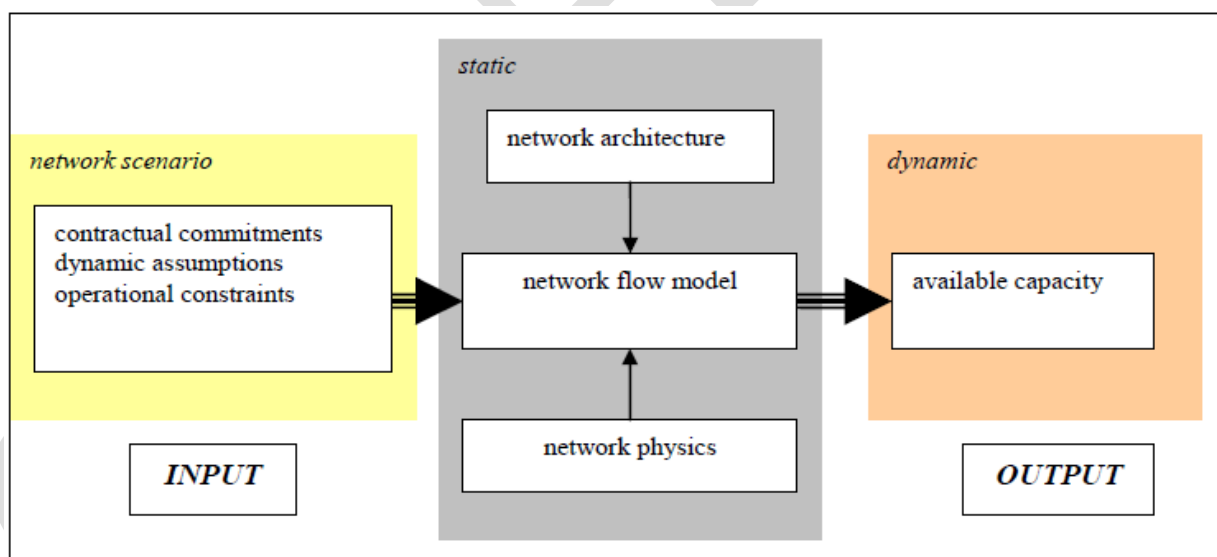


Figura 4: Representação esquemática do processo de cálculo de capacidade segundo a Ref. 4.8

Apesar da modelagem dos parâmetros estáticos poder levantar alguns questionamentos, a modelagem dos parâmetros dinâmicos é de longe o principal fator de dúvida e de influência no resultado. E o primeiro passo para caracterização desse cenário é identificar os compromissos contratuais, isto é, as capacidades contratadas e as especificações de pressão mínima contratuais. O passo seguinte é tentar definir o pior cenário no qual é avaliada a capacidade



técnica (por exemplo, configuração operacional da malha, disposição dos valores contratados pelos diversos pontos de retirada, etc) e posteriormente uma reserva estratégica operacional. Deve-se observar que eventos de “força maior” não devem ser considerados nesses cenários.

A Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos de Portugal (Ref. 4.11) apresenta alguns conceitos a serem utilizados na montagem dos cenários para o cálculo das diversas capacidades. Em relação à determinação da capacidade máxima efetiva considerando as restrições técnicas para os pontos de entrada e saída da RNTGN, deverão ser consideradas as seguintes situações:

- a) Pontos de entrada na RNTGN – A maior capacidade que a RNTGN poderá transportar em cada um dos pontos de entrada (interligação e terminal de GNL), obtida por simulação e desde que não ultrapasse a capacidade técnica máxima, considerando:

As actuais infra-estruturas da RNTIAT.

A capacidade máxima efectiva considerando as restrições técnicas, dos pontos de saída da RNTGN.

O cenário de consumos nos pontos de saída na RNTGN que maximize a capacidade determinada para os pontos de entrada.

- b) Ponto de interligação de saída – A maior capacidade que a RNTGN poderá transportar nesta interligação, obtida por simulação e desde que não ultrapasse a capacidade técnica, considerando:

As actuais infra-estruturas da RNTIAT.

A capacidade máxima efetiva considerando as restrições técnicas dos pontos de saída da RNTGN.

O cenário de consumos nos pontos de saída da RNTGN que maximize a capacidade determinada para esta interligação, garantindo a interoperabilidade com a rede interligada.

Com base nos requisitos necessários ao funcionamento da RNTGN, o operador desta infra-estrutura procederá à simulação das novas condições de operação da rede, determinando a capacidade disponível para fins comerciais nos seguintes pontos relevantes, tomando como base:

- a) Pontos de entrada na RNTGN – A maior capacidade que a RNTGN poderá transportar em cada um dos pontos de entrada (Interligação e terminal de GNL), obtida por simulação e desde que não ultrapasse a capacidade máxima efetiva considerando as restrições técnicas, considerando:

As atuais infra-estruturas da RNTIAT.

A capacidade máxima efetiva considerando as restrições técnicas dos pontos de saída da RNTGN.

O cenário de maiores consumos nos pontos de saída na RNTGN previsto para cada período temporal em estudo.

O cenário de maiores consumos possíveis nos pontos de saída do mercado eletroprodutor.

A capacidade máxima efetiva considerando as restrições técnicas no ponto de ligação ao armazenamento subterrâneo no modo de injeção.

A capacidade na interligação da rede que maximize a capacidade nos pontos de entrada, garantindo a interoperabilidade com a rede interligada.

- b) 2. Ponto de interligação de saída de interligação – A capacidade que a RNTGN poderá transportar nesta interligação, obtida por simulação e desde que não ultrapasse a capacidade máxima efetiva considerando as restrições técnicas, considerando:

As atuais infra-estruturas da RNTIAT.

A capacidade máxima efetiva considerando as restrições técnicas dos pontos de saída da RNTGN.


O cenário de maiores consumos nos pontos de saída na RNTGN previsto para cada período temporal em estudo.

O cenário de maiores consumos possíveis nos pontos de saída do mercado electroprodutor.

A capacidade máxima efetiva considerando as restrições técnicas no conjunto dos dois pontos de entrada, na interligação e no terminal de GNL, garantindo a interoperabilidade, respectivamente, com a rede e a infra-estrutura interligada.

Na Hungria, de forma a atender a regulamentação europeia (Ref.4.2) o operador National Mineral Oil and Natural gas Transportation Company publica no seu site uma metodologia para o cálculo de capacidade nominada (allocated capacity) e disponível (available capacity) (Ref.4.15) nos pontos de entrada e saída da rede de transmissão de gás natural. Dessa forma, verifica-se que essa metodologia está diretamente ligada ao tipo de serviço prestado e a pontos específicos, e não a um gasoduto ou trecho de gasoduto. O interesse maior é a garantir a operacionalidade da malha húngara nos pontos de conexão com a rede internacional.

A metodologia apresentada para o cálculo de capacidade nominada deve considerar os valores de capacidade alocados pelos usuários nos pontos de entrada e saída do sistema, obedecendo aos contratos existentes. Devem ser consideradas as capacidades firmes e interruptíveis.

 <b>anp</b> Agência Nacional do Petróleo	<b>RELATÓRIO</b>	Nº <b>RL-ANP-FPL-003</b>	REV. 0
	PROGRAMA:	Avaliação de Capacidade De Gasodutos	FOLHA 18 de 23
	TÍTULO:	Revisão Bibliográfica	-

Na metodologia para a determinação da capacidade disponível, devem ser consideradas as máximas vazões e pressões dos sistemas ligados a malha (unidades produtoras, terminais de importação, armazenamento, etc). A determinação da máxima vazão nos pontos de entrada e saída da rede deve ser calculada por modelos termohidráulicos. O cálculo da capacidade disponível firme num ponto de entrada é obtido da seguinte forma:

Capacidade disponível firme = (máxima capacidade de um ponto de entrada)-(soma de todas as capacidades firmes alocadas para o ponto). Entretanto, a possibilidade de explorar essa capacidade disponível teórica depende das características hidráulicas do sistema de transporte, isso é, dependem da origem, destino e condições de contorno da rede de transmissão.

Por outro lado, a capacidade disponível interruptível deve considerar a máxima vazão e pressão dos pontos de entrada e a capacidade firme alocada pelos usuários. A capacidade interruptível deve ser calculada para os pontos nos quais a capacidade disponível já esteja completamente alocada (encontrando paralelo com a capacidade ociosa da legislação brasileira). O valor final é obtido por:

Capacidade disponível interruptível = (máxima capacidade de um ponto de entrada)-(soma de todas as capacidades interruptíveis alocadas para o ponto). Entretanto, a possibilidade de explorar essa capacidade disponível teórica depende das características hidráulicas do sistema de transporte, isso é, dependem da origem, destino e condições de contorno da rede de transmissão.

O órgão regulador indiano também apresenta uma metodologia para o cálculo das capacidades definidas (Ref.4.5). O seguinte procedimento passo a passo é definido:

- Todo o gasoduto deve ser configurado no programa de simulação selecionado. Deve ser obtida a situação em regime permanente baseado nas condições contratuais (vazão, pressão e temperatura) nos pontos de recebimento e entrega.
- Nos pontos iniciais e intermediários na direção do escoamento, deve-se ajustar a pressão correspondendo a máxima pressão de operação admissível (MAOP) ou a máxima pressão disponível nas estações de compressão e deve ser calculada a máxima pressão nos pontos de entrega com a vazão contratual
- Depois disso, assumindo que o ponto de entrada não tem limite de vazão, deve-se rodar o programa (“...the selected software will be run till any customer...”) até que um consumidor conectado a rede atinja o limite de pressão mínima no respectivo ponto de entrega ou até que a vazão máxima seja atingida no ponto de recebimento ou que a potência máxima de uma estação de compressão seja alcançada ou a velocidade do gás alcance um valor limite num trecho do duto. A capacidade nessa junção será a máxima capacidade possível do gasoduto.

O documento continua o procedimento para uma situação com múltiplos pontos de recebimento e depois para uma seção do gasoduto. Porém, para continuar com essas etapas deve-se fazer alguns comentários sobre o passo c. Observa-se que o objetivo desse passo é aumentar a vazão de todo o sistema até um valor máximo. Isso só é alcançado elevando os valores de vazão dos pontos de entrega. Porém não é informado de que maneira essas vazões devem ser elevadas nos pontos de entrega e sabe-se que esse padrão influi no resultado final.

Além disso, é colocado inicialmente que o ponto de recebimento não deve ter limite de vazão (“... *assuming gas at the entry point (single source of gas) is unlimited...*”), mas observa-se que a capacidade máxima pode ser definida quando a vazão atinge um limite nesse ponto (“...*or maximum flow capacity is reached at entry or...*”). Tendo em vista a dificuldade de entender o procedimento não foi possível seguir as etapas posteriores.

No Reino Unido, a Autoridade Reguladora estabelece obrigações ao operador da malha de gás de forma a ofertar capacidades nos pontos de entrada e saída da malha. A Ref. 4.16 é um documento produzido pelo transportador (*National Grid Gas*) de forma a apresentar os procedimentos para o cálculo de capacidade nos pontos notáveis da rede.

Em relação a um ponto de entrada, a metodologia considera esse ponto de forma isolada. De forma a determinar a máxima capacidade, a vazão de gás entrando nesse ponto é elevada acima do cenário de fornecimento previsto até que algum parâmetro limitante da rede seja atingido, indicando o limite máximo da capacidade (*capability*). Para manter a rede balanceada, a vazão de outros pontos de fornecimento ao longo da rede é reduzida. A seleção desses pontos é feita baseada na observação da menor interação desses pontos com o original. A diferença entre a capacidade máxima (*capability*) e as condições de base originais são designadas como incremento livre (*free increment*), isso é a capacidade adicional que poderia ser liberada em cada ponto de entrada, considerado de forma isolada, acima do caso base. Deve-se observar que é impossível acomodar todos os incrementos em todos os pontos de entrada de forma simultânea.

A capacidade nos pontos de saída do sistema de transporte é determinado utilizando uma metodologia chamada de Máxima Capacidade Prática Física (“*Practical Maximum Physical Capacity*”). Esse procedimento leva em conta a interação existente entre os diversos pontos da malha. Assim tem-se:

- a) O ponto de partida é a obtenção de um regime permanente balanceado na oferta e demanda provável;
- b) O transportador deve ser capaz de atender simultaneamente as demandas de cada retirada sem a necessidade de investimentos nos pontos de entrega;

- c) A demanda de um ponto de entrega deve ser elevada para determinar a máxima capacidade no ponto de entrega, elevando-se as ofertas nos pontos de recebimento baseado em hipóteses do provável perfil de fornecimento;
- d) A modelagem continua até que a vazão de entrega só é possível com investimentos extras na rede;
- e) Esse procedimento identifica a capacidade máxima do ponto de entrega (saída da rede) que foi utilizado e, consequentemente, a capacidade técnica do ponto.


O modelo argentino proposto na Ref. 4.6 define uma capacidade nominal de transmissão. Porém, o exemplo apresentado no artigo estabelece um procedimento para avaliar se existe capacidade disponível, a partir de uma provocação de terceiros. Inicialmente, calcula-se um regime permanente baseado nas demandas existentes dos pontos de entrega e nas máximas pressões nos pontos de retirada. Em seguida postula-se se um novo perfil de demanda, baseado em antigos e novos pontos de entrega pode ser atendido. Caso seja possível, essa capacidade “extra” pode ser ofertada ao mercado. Esse resultado só é validado através de simulações termohidráulicas, onde todo o procedimento deve ser apresentado e passível de reprodução por terceiros. No caso específico do estudo, as demandas dos pontos de entrega possuem uma forte variação diária e o estudo verifica se a capacidade extra levantada é atendida em regime transiente.

### **2.3 Premissas e hipóteses para o desenvolvimento das ferramentas de cálculo**

Diversos artigos apresentam os requisitos e equações utilizadas numa ferramenta computacional para o cálculo de capacidade (Ref. 4.9, 4.5, 4.17, 4.14). Verifica-se que diversas hipóteses são adotadas nessas ferramentas. Normalmente tem-se:

- escoamento unidimensional
- transferência de calor para o ambiente
- coeficiente de atrito baseado em Colebrook
- fluido newtoniano
- equação de estado que represente a variação da massa específica com a pressão e a temperatura
- análises em regime permanente ou transiente

Além disso, as características físicas do sistema de transporte devem ser reproduzidas no modelo computacional. Parâmetros como diâmetro, rugosidade do duto (quando novo), posição dos pontos notáveis e comprimento são representados com precisão. O perfil de elevação de

	<b>RELATÓRIO</b>	Nº <b>RL-ANP-FPL-003</b>	REV. 0
	PROGRAMA:	Avaliação de Capacidade De Gasodutos	FOLHA 21 de 23
	TÍTULO:	Revisão Bibliográfica	-

maneira geral é simplificado e a rugosidade de dutos antigos é aproximada. Em relação às características operacionais, as máximas pressões operacionais dos dutos e equipamentos devem estar representadas no modelo. As características do gás, sejam os percentuais dos componentes ou a composição simplificada devem ser utilizadas.

Todos esses conceitos são normalmente utilizados na engenharia de simulação computacional de dutos e largamente aceitos na indústria de gás, não apresentando nenhuma dificuldade ou inovação. O cuidado que se deve ter é documentar esses elementos de modo que tenham um embasamento e dessa forma seja passível de reprodução e análise. Esse fato é bem ressaltado na referência 4.6. A ANP, tendo a mesma preocupação, estabeleceu o Regulamento n. 1/2003 no qual os transportadores de gás devem publicar seus relatórios de simulação termohidráulica, de forma a identificar suas capacidades de transporte (Ref. 4.7). Porém, a regulamentação não definiu um padrão para esse relatório e cada transportador possui uma certa liberdade em relação ao conteúdo.

A grande variável na construção dos modelos diz respeito às condições de contorno. Essas condições vêm dos próprios conceitos de capacidade que se deseja calcular e como não existia uma metodologia para o cálculo de capacidade, essas condições nem sempre produziam uma aderência ao espírito da Lei do Gás, como desejado pelo órgão regulador.


### 3 CONCLUSÕES

Existe um consenso em todos os mercados de gás natural que é necessário definir conceitos que permitam a utilização da infra-estrutura de transporte de forma não discriminatória e eficiente.

Esses conceitos estão sempre associados aos volumes de gás transportados num período de tempo sob certas condições. O nome mais comum para esse conceito é capacidade. Porém, de acordo com o contexto, é possível definir diversas formas de capacidade. A legislação nacional define quatro conceitos: Capacidade Contratada de Transporte, Capacidade de Transporte, Capacidade Disponível e Capacidade Ociosa. Todas essas definições ligadas a um gasoduto específico. Apesar da nomenclatura variar em outros países, existem paralelos entre os conceitos. Isso ocorre principalmente nos conceitos de capacidade disponível e ociosa, que normalmente estão diretamente ligadas ao acesso ao sistema de transporte. Porém, na maioria das vezes a capacidade é definida em relação aos pontos de entrada, pontos de saída ou pontos notáveis da malha de transporte.

Em relação a forma contratual, a capacidade disponível é oferecida na base firme e a capacidade ociosa é oferecida em base interruptível.



 <b>anp</b> Agência Nacional do Petróleo	<b>RELATÓRIO</b>	Nº <b>RL-ANP-FPL-003</b>	REV. 0
PROGRAMA:	Avaliação de Capacidade De Gasodutos		FOLHA 22 de 23
TÍTULO:		-	
Revisão Bibliográfica		-	


Verifica-se que cada país tem uma experiência própria e uma legislação própria. Mesmo no mercado europeu, onde existe uma forte regulamentação visando padronizar os procedimentos, não existe uma definição única e uma metodologia única.

Dessa forma, a experiência internacional pode balizar algumas decisões, mas a solução nacional será única e apropriada para o mercado brasileiro.

#### 4 BIBLIOGRAFIA

- 4.1 GTE (Gas Transmission Europe) report 20/06/2001, Capacity and Congestion Report
- 4.2 Regulation (EC) n. 715/2009 of the European Parliament and of the Council, on conditions for access to the natural gas transmission network and repealing Regulation (EC) n. 1775/2005, July 13 2009
- 4.3 Andrej Juris "Development of Natural Gas and Pipeline Capacity Markets in the United States" 30 de abril de 1998, disponível em <http://documents.worldbank.org/curated/en/1998/04/693642/development-competitive-natural-gas-markets-united-states>
- 4.4 Code of Federal Regulation, Title 18, Conservation of Power and Water Resources , Part 284 Certain sales and transportation of natural gas under the natural gas policy act of 1978 and related authorities
- 4.5 Petroleum & Natural Gas Regulatory Board Notification GRS 476 (E), Determining capacity of Petroleum, Petroleum products and Natural Gas Pipeline, 07 June 2010, New Delhi
- 4.6 Oscar G. Alvarez, TGN; Hugo A. Carranza, TOTAL Gas y Electricidad de Argentina; Fernando J. Pillon, TGN, Nominal Gas Pipeline Transmission Capacity. A procedure to define nominal capacity. Pipeline Simulation Interesse Group, 2009, paper 0609.
- 4.7 Patrícia Mannarino Silva, Almir Beserra dos Santos, The Relevance of Thermal Hydraulic Pipeline Simulation as a Regulatory Support Tool, Rio Pipeline Conference, , IBP1250-09, setembro de 2009.
- 4.8 J.P. Pinon and C. Cuijpers, "The Marketing And Calculation Of Gas Transmission Capacity In The EU" 23rd World Gas Conference, Amsterdam 2006
- 4.9 Leif Idar Langelandsvik, Willy Postvoll, Britt Aarhus, Kristin Kinn Kaste, "Accurate Calculation Of Pipeline Transport Capacity", Gassco AS
- 4.10 GTE (Gas Transmission Europe) report, 10/07/2003, "Definitions of available capacities at cross-border points in liberalized markets"
- 4.11 Entidade Reguladora de Serviços Energéticos, Metodologia dos Estudos para a Determinação de Capacidade da RNTGN. Fevereiro 2008
- 4.12 Boletim Oficial del Estado n 115, Resolution 9765 de 20 de abril de 2007 que se modifican determinadas Normas de Gestion Técnica del Sistema Gasista, de 11 de outubro de 2005, Madri
- 4.13 Bundesnetzagentur, Restructuring capacity management in the German gas Market, Key elements for consultin as for 22 May 2009
- 4.14 Gama, L. S. C., Estudo para Regulamentação da Capacidade de Gasodutos, Dissertação de mestrado, PUC-Rio, fevereiro 2001, Rio de Janeiro



 <b>anp</b> Agência Nacional do Petróleo	<b>RELATÓRIO</b>		Nº	<b>RL-ANP-FPL-003</b>		REV.	0
	PROGRAMA:		Avaliação de Capacidade De Gasodutos			FOLHA	23 de 23
	TÍTULO:		Revisão Bibliográfica			-	-
						-	-
<p>4.15 National Mineral Oil and Natural gas Transportation Company, Methodology for calculating technical capacities of the transmission system, 2009, <a href="http://fgsz.hu/en/EU715_3_1_2_m">http://fgsz.hu/en/EU715_3_1_2_m</a>, Hungria</p> <p>4.16 National Grid, Determination of the Technical Capacity of the National Transmission System, Compliance with Regulation EC 715/2009, <a href="http://www.nationalgrid.com/NR/rdonlyres/2310128B-05CE-4C69-B903-FDE195AFD214/45722/DeterminationofTechnicalCapacity.pdf">http://www.nationalgrid.com/NR/rdonlyres/2310128B-05CE-4C69-B903-FDE195AFD214/45722/DeterminationofTechnicalCapacity.pdf</a></p> <p>4.17 Santos M. A. F., Estudo do comportamento dinâmico da rede nacional de transporte de gás natural, Instituto Superior Politécnico, Universidade Técnica de Lisboa, outubro de 2010</p>							