

Portos de Energia - GNL (1)

Mauro Iwanow Cianciarullo (2)

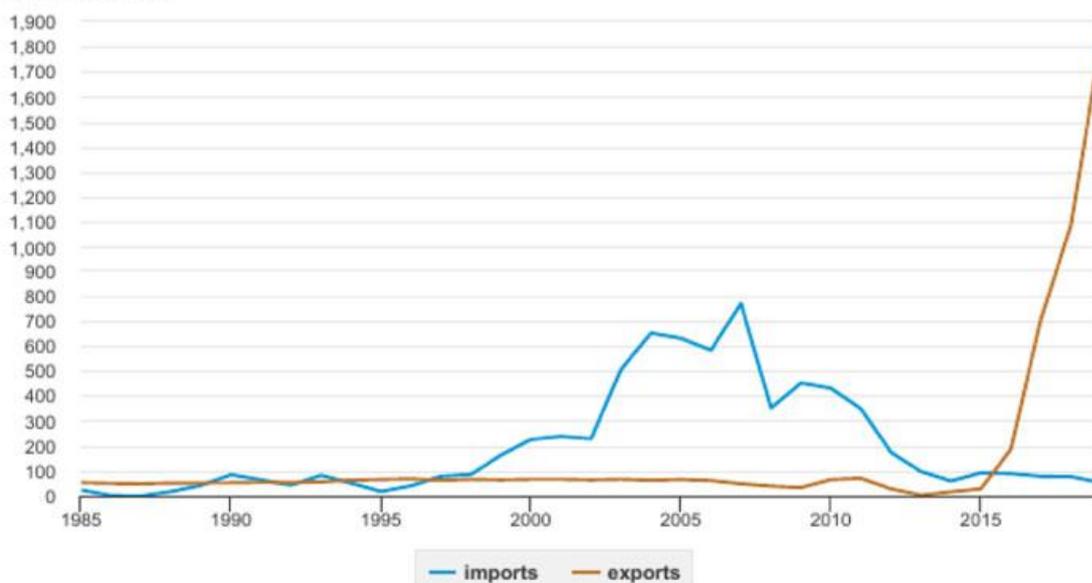
No Brasil a competitividade deste tipo de energia alavancou investimentos em diversos projetos pelo País, todos em terminais marítimos para recebimentos destes navios

Desde a melhoria no processo conhecido como hydraulic fracking com perfuração horizontal associada por um petroleiro texano, George P. Mitchell em 1990, o gás de xisto atrelado a alta dos preços do petróleo passou a ser uma commodity muito interessante no mercado global, dado o baixo custo de exploração.

O processo era tão inovador que nos anos seguintes colocou os EUA de importador para exportador do gás, conforme destacado abaixo:

U.S. LNG imports and exports, 1985-2019

billion cubic feet



Source: U.S. Energy Information Administration, *Natural Gas Monthly*, June 2020

O fracking, simplifadamente, utiliza grandes pressões de água para liberar o gás das rochas porosas no subsolo. Este gás sob pressão é expelido da reserva para tratamento e utilização, sendo constituído basicamente de metano (CH₄).

Os efeitos colaterais do processo existem e um deles é a contaminação de lençóis freáticos da região.

Este gás natural é então processado com a retirada da água e outros componentes em UPGN (Unidade Processadora de Gás Natural) e liquefeito com a redução da temperatura a -160C e aumento da pressão reduzindo-se assim o volume em cerca de 600 vezes (600 atmosferas-atms) para facilitar e otimizar o transporte como Gás Natural Liquefeito (GNL) ou Liquefied Natural Gas (LNG) com composição típica de 95% de Metano e sendo comercializado em navios do tipo LNG carriers (Navios Gaseiros) que são tanques criogênicos para transportes a grandes distâncias.

Nos últimos anos, este processo espalhou-se pelo mundo e diversas reservas estão sendo exploradas, aumentando a competitividade e reduzindo ainda mais os valores desta commodity como já comentado em artigo anterior – Panorama de Gasodutos e o Gás para o

Brasil.

De maneira geral, as principais modalidades de transporte de gás (dutos terrestres ou marítimos e navios tanques) se tornam competitivas a partir de certas distâncias de transporte, assim vemos que o transporte do LNG por navios demanda um grande aporte inicial em investimento em UPGNs e navios do tipo LNG carriers o que se torna alternativa competitiva quando estas distâncias de transporte superam 3.500 kms, ou seja, para a maioria dos Países produtores é competitiva para exportação. Já dutos offshore, devido sobretudo a logística e equipamentos específicos de construção e operação, tornam-se competitivos frente a estrutura de LNG em distâncias curtas abaixo de 1100 kms enquanto dutos terrestres com menor investimento inicial exigido competem até 3500 km.

Hoje encontramos países exportadores como Trinidad Tobago, Noruega, EUA e grandes importadores como China, Japão e Austrália.

A Argentina, como já comentado também em artigo anterior, possui a maior reserva descoberta do mundo com incríveis 22.712 bcm, mas falta-lhe incrementar a infraestrutura para processar e distribuir.

No Brasil a competitividade deste tipo de energia alavancou investimentos em diversos projetos pelo País, todos em terminais marítimos para recebimentos destes navios.

O Brasil será o centro da demanda na América Latina deste tipo de gás nos próximos 10 anos, enquanto a Argentina, México e o Chile desenvolveram 2 terminais de regaseificação cada e parece que não investirão mais nos próximos anos. Já a Colômbia está estudando seu segundo terminal.

Em funcionamento hoje temos cinco terminais de GNL que abastecem as termelétricas ou se conectam a malha dutoviária no País que alcança entre transporte e distribuição mais de 46.000 km. Apenas para efeito comparativo, a Argentina possui uma malha de transporte e distribuição em dutos de cerca de 160.000 km enquanto os EUA ultrapassam os 4.000.000 km. Os terminais em funcionamento no Brasil são do tipo Ship-to-Ship aonde um navio regaseificador (FSRU – Floating Storage Regasification Unit) permanece ancorado ao terminal e recebe ao lado um navio LNG carrier para transferência do produto. Os terminais em operação ou em testes estão localizados em Pecém (CE/2008) na Baía de Guanabara (RJ/2009), Baía de Todos os Santos (BA/2014), Barra dos Coqueiros (SE/2019) e no Porto do Açu (ES/2020).

De forma geral temos este tipo de configuração típica nos portos nacionais:



Terminal de GNL da Baía de Todos os Santos. Fonte: Adaptado de EPE

Na plataforma de controle encontram-se todos os sistemas para operacionalizar o recebimento do GNL do LNG carrier.

Apenas para conhecimento aquela plataforma encerra além dos Braços de Carregamento, Sistemas de Medição, Vent Atmosférico, Geração de Nitrogênio, Água Doce, Diesel, Combate a Incêndio, Detecção de Fogo e Gás, Segurança e Comunicação, Lançador de Pig para manutenção do gasoduto, Guindaste, Subestação, Sala de Painéis e Sistema de Automação e Controle.

Num primeiro momento, esta transferência de produto é feita do LNG carrier para os reservatórios da FRSU através de mangueiras criogênicas podendo levar cerca de 6 dias para toda a transferência na capacidade total. A FRSU servirá como um reservatório para ir liberando o gás conforme a demanda necessária. Esta segunda etapa que é propriamente a regaseificação, ou seja, transformar o GNL em gás novamente através do aquecimento do gás líquido refrigerado utiliza a própria água do mar para aumentar a temperatura do mesmo e inseri-lo entre 60 e 100 bar de pressão e 50C no gasoduto de transporte submarino, através dos braços de carregamento alocados na plataforma de controle, que o levará ao continente e daí para consumo numa termelétrica ou inserção na malha dutoviária existente.

Interessante ressaltar que os diversos sistemas montados na plataforma que performam também os controles de atracação, controle de bombas e os diversos sistemas citados são conectados também ao continente por cabos de fibra óptica e alimentação submarinos.

Os dolphins, assim como a plataforma, são preparados para receber os esforços decorrentes do atracamento, vento, corrente e maré que agem sobre os navios, garantindo que a operação seja feita com toda a segurança prevista e ainda com defensas específicas instaladas e sistemas de gancho de escape rápido e se interligam a plataforma de controle por passarelas de concreto.

Todas as estruturas são apoiadas em estacas cravadas no fundo no leito marítimo. Nesta configuração é usual encontrarmos as estacas feitas com uma camisa metálica de 40 a 60 metros de comprimento que é então cravada com martelos vibratórios e um gabarito de posicionamento no leito. Após esta primeira cravação, perfuratrizes de escavação interna são posicionados na cabeça da estaca para aprofundar, limpar e posteriormente poder-se concretar todo o conjunto de forma a chegar às especificações de projeto.

Cabe ressaltar ainda que o projeto destas estacas, suas espessuras e quantidade afetará diretamente toda a estrutura de construção no tamanho dos equipamentos necessários, como

cábreas (guindastes marítimos até 300 toneladas ou maior), balsas, guindastes e outros equipamentos de apoio e poderá limitar ou ampliar o tempo de execução da construção ou mesmo o número de empresas que possuem o melhor equipamento disponível para realizar a empreitada. De forma simples, estacas mais largas implicam menos quantidade de estacas a serem efetuadas, assim possivelmente menos tempo, porém as peças em concreto de interligação das mesmas serão maiores e mais pesadas podendo dificultar sua execução ou montagem e exigindo equipamentos maiores. Lembrando ainda que um porto como o da figura acima possui cerca de 300 estacas, sendo quase 1/3 destas inclinadas.

Um estudo detalhado da logística de construção se faz necessário de forma a otimizar o custo de transporte e apoio marítimo, assim fatores como preparação do concreto embarcado ou não, jornadas de trabalho de 24 horas, apoio a mão de obra e equipamento durante a realização dos trabalhos podem reduzir o investimento, bem como a definição da compra ou fabricação de tubos em bases próximas ao porto de apoio.

A localização mais afastada do litoral é definida seguindo-se normas e estudos embasados em diversos levantamentos de corrente, maré, vento, temperatura, sondagem, calado (profundidade), estudos de navegação, manobrabilidade e outros e tem por objetivo além da garantia da segurança das operações, o menor custo de investimento e manutenção que estão sobretudo em dois fatores estratégicos: necessidade ou não de dragagem constante e área abrigada para manobra e atracação. Isto quer dizer o seguinte: é melhor construir estes terminais em zona naturalmente abrigada como baías ou portos existentes com proteção como quebra-mar e molhes já executados e de preferência em local sem necessidade de serviços de dragagem para manutenção do calado, dois itens que impactam significativamente o retorno do investimento.

Existe também engenharia diferenciada para casos específicos onde não é possível adequar estas duas condicionantes, como aplicada em Sergipe, com o uso da SSY (Submerged Soft Yoke) que é tecnologia atrelada a serviço e custeada em dólar.

Em análise hoje no País são mais de 20 possíveis Portos de Energia em diversos estágios de desenvolvimento, conforme tabela abaixo:

Empreendimento		UF	Estudos	Construção	Operação
1	Terminal Celba	PA			
2	TUP Terminal Hidrovias do Brasil (Barcarena)	PA			
3	Terminal Guajará	PA			
4	Terminal Itacoatiara	AM			
5	Terminal Amazonica Energy	AM			
6	Terminal Associado UTE Geramar III	MA			
7	Terminal Associado UTE São Marcos I e II	MA			
8	Terminal do Pecém	CE			
9	Terminal de Suape	PE			
10	Terminal de Barra dos Coqueiros	SE			
11	Terminal da Baía de Todos os Santos	BA			
12	Porto Central	ES			
13	Porto Imetame Logística	ES			
14	Porto do Açu	RJ			
15	Terminal Norte Fluminense	RJ			
16	Terminal Portuário de Macaé (TEPOR)	RJ			
17	Barra do Furado	RJ			
18	Terminal da Baía de Guanabara	RJ			
19	Terminal de Regaseificação de SP (COSAN)	SP			
20	Terminal de Peruipe	SP			
21	Terminal Gás Sul	SC			
22	Terminal de Imbituba	SC			
23	Terminal de Rio Grande	RS			
24	Terminal São José do Norte	RS			
25	Terminal de Tramandaí	RS			
26	Terminal COPEL	PR			

Lista

de Terminais de Regaseificação em estudo no Brasil. Fonte: Adaptado EPE.

A opção por portos do tipo FRSUs se dá por diferentes aspectos, como por exemplo, construção mais rápida, menores impactos ambientais, menores custos de operação, menores custos de implantação e pequena, mas significativa redução na burocracia de aprovações e licenças frente a Terminais Onshore.

As análises efetuadas pelas empresas de engenharia do investidor buscam a melhor, ou única possível, localização do terminal em determinada região pré-definida. Importante destacar também que esta região terá necessidade de um porto nas proximidades para permitir os trabalhos de construção e operação com a utilização de balsas, embarcações, empurradores e rebocadores.

Este terminal de GNL será construído após um processo licitatório de construção e evidentemente que uma análise conjunta das possíveis empresas que possuam corpo técnico apropriado e trabalham dentro de metodologias seguras de construção terá maiores chances de realizar a obra dentro do previsto, porém, deve-se evitar durante a fase de engenharia inferir uma metodologia atrelada a algum equipamento que limite as opções de execução e o número de empresas capacitadas a executar a obra. Assim, parece evidente que deixar a solução executiva por conta de engenharia de construção otimizará o custo-benefício do empreendimento.

De acordo com a engenharia e posicionamento do terminal e a necessidade de interligá-lo por mar com um duto a terra, isto implica na solução por pier ou submarino, novamente a depender das condições do local. Ambas as soluções possuem engenharia de construção interessante, podendo o píer ser construído partindo-se de terra, por exemplo, num processo chamado cantitravel onde o equipamento avança apoiando-se nas estacas executadas anteriormente, ou ainda, se for submerso partindo-se do mar através do lançamento de dutos, utilizando-se equipamento muito específico, navios lançadores de dutos, e de menor oferta no mercado. A Petrobras possuía a BGL1 e 2, únicos equipamentos disponíveis no Brasil há uns anos.

Se o duto for submarino, é bastante provável que o terminal terá que ter maior quantidade de embarcações de apoio para operacionalizar e haverá também um cabo submarino para interligação dos sistemas.

Uma vez cravadas e concretadas as estacas, monta-se a plataforma e equipamentos para receber então o principal equipamento deste processo: a FRSU.

A FRSU é um navio regaseificador que será contratado pelo investidor do Porto. A principal função deste equipamento é armazenar o gás do navio LNG carrier e liberá-lo adequando a pressão e temperatura para bombeá-lo através de um gasoduto até áreas de armazenamento intermediárias, interligação com malha dutoviária existente ou mesmo direto para o consumo como uma termoeletrica como já mencionado.

Esta FRSU ficará ancorada no terminal pelo tempo do contrato de afretamento.

Assim, um navio LNG carrier com capacidade média de 170.000m³ de GNL, transferirá este produto para a FRSU que o armazenará. Quando da necessidade de consumo do gás, a FRSU o transformará novamente em gás natural. Esta operação tem capacidade que alcança aproximadamente (170.000 x 600 atm) 102.000.000 m³ de gás que serão consumidos, por exemplo, numa térmica de 500 a 600 MW em ciclo combinado a taxa de 4 a 5 milhões de m³/dia, o que permitirá mais de 30 dias de operação contínua.

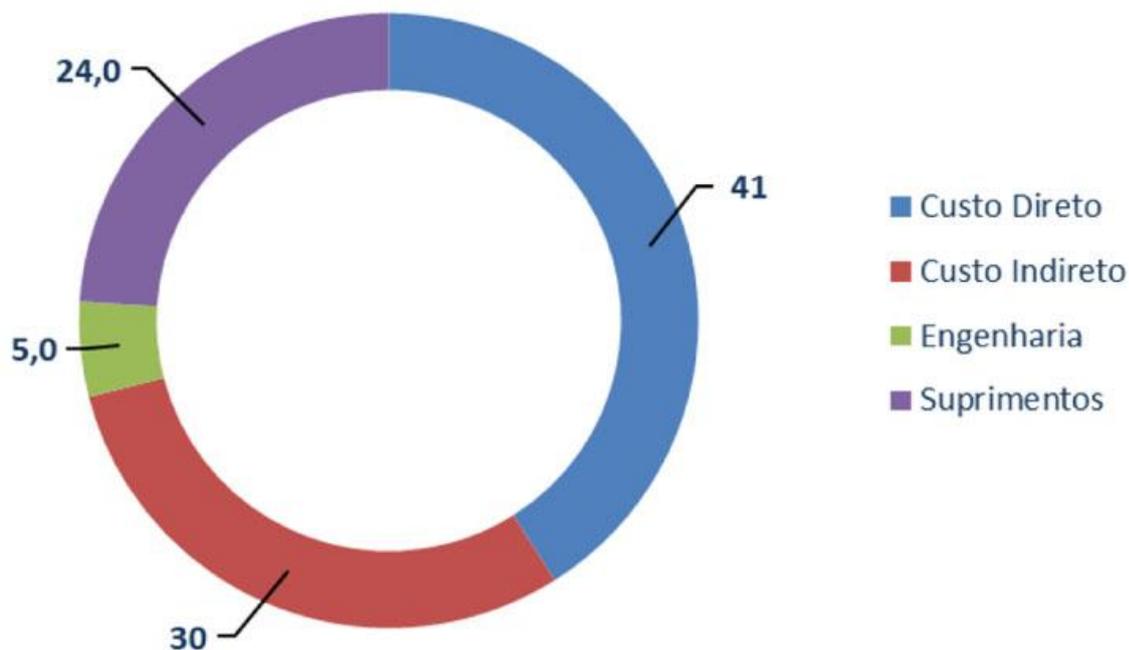
Em termos de custo a cadeia do GNL possui a seguinte composição, lembrando que a exploração apresentou significativa redução de custo na cadeia nos últimos anos, levando a liquefação a ter participação mais expressiva:

			
Exploration & Production \$0.60-1.20/MMBtu	Liquefaction \$0.90-1.30/MMBtu	Shipping \$0.50-1.80/MMBtu	Storage & Regasification \$0.40-0.60/MMBtu

Total Cost = \$2.40-4.90/MMBtu

Cadeia de valor do GNL. Fonte: CEE-Center for Energy Economics.

Enquanto a construção de um terminal típico terá a seguinte estrutura de custos, a depender evidentemente da profundidade das estacas cravadas, com a seguinte constituição básica:



Custo

em Percentual de referência para Terminais GNL – FRSU Ship-to-Ship. Fonte: Autor

A construção poderá levar até dois anos, enquanto os estudos e licenças poderão consumir outros três anos. Para efeito de comparação, nos EUA levam-se estes mesmos três anos entre as mais de 100 licenças e aprovações para viabilizar o empreendimento.

Os navios LNG carrier podem ser encontrados em dois formatos típicos, esféricos ou membrana, sendo que nos últimos anos mais de 80% da frota tem sido preferencialmente produzida no tipo membrana, devido a maior capacidade de transporte por volume que pode atingir mais de 260.000 m³. A construção de uma FRSU adaptada de uma LNG carrier poderá levar de 14 a 16 meses e uma nova até 30 meses.

Cientes de que commodities como o gás no mercado de energia estão sujeitas a sazonalidade, sobretudo o inverno no hemisfério norte, entende-se que a faixa de preço praticada do gás natural liquefeito está muito competitiva mesmo nestes períodos. Além disto cabe ainda destacar que o custo de construção de um terminal ronda os US\$ 100 milhões enquanto uma FRSU cerca de US\$ 260 milhões sendo nova ou US\$ 160 milhões se adaptada de LNG carrier. Devido ao alto custo desta FRSU, o mercado oferece a possibilidade de afretamento por custo diário entre US\$ 60.000 – US\$ 100.000.

Hoje existem mais de 500 navios do tipo LNG no mundo com capacidade típica entre 90.000 e 175.000 m³ e idade abaixo de 20 anos para 90% da frota além de 30 FRSU em funcionamento com mais de 100 unidades novas encomendadas desde 2019 apresentando taxas de crescimento muito acima da economia global. Junte-se a este enorme mercado em crescimento no mundo as expectativas da Lei do Gás sancionada no Brasil e podemos esperar

novas obras em infraestrutura de energia para os próximos anos.

Tudo indica que esta Indústria do GNL deverá substituir o carvão por estar mais alinhada as expectativas do Acordo de Paris e EU 2050 na redução das emissões e poluentes, bem como estar competitiva também frente a tradicionais fornecedores europeus de gás natural como a Rússia e frente ainda a importante e crescente demanda Asiática.

Some-se também a possibilidade de um trabalho conjunto das operadoras das FRSUs no Brasil, o que pela quantidade demandada poderia viabilizar o GNL de forma mais competitiva, otimizando o preço final seja para geração elétrica, seja diretamente na oferta do gás para o consumidor final e indústria no Brasil.

Bibliografia:

EPE – Nota Técnica – Terminais de GNL no Brasil. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética (EPE), (2020) <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/nota-tecnica-terminais-de-gnl-no-brasil-panorama-dos-principais-projetos-ciclo-2019-2020>

EPE – Terminais de Regaseificação de GNL no Brasil. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética (EPE), (2019) <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/terminais-de-regaseificacao-de-gnl-no-brasil-panorama-dos-principais-projetos>

EPE – Nota Técnica – A Indústria de Gás Natural na Argentina. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética (EPE), (2020). <https://www.epe.gov.br/pt/imprensa/noticias/epe-publica-nota-tecnica-sobre-a-industria-de-gas-natural-na-argentina>

EIA – U.S. Energy Information Administration – Liquefied Natural Gas

Cianciarullo, M.I.; Termelétricas e a base do sistema energético no Brasil – grupo de estudos do setor elétrico. Canal Energia (2020). <https://www.canalenergia.com.br/artigos/53163916/termeletricas-e-a-base-do-sistema-energetico-no-brasil>

Cianciarullo, M.I.; Panorama de gasodutos e o gás para o Brasil – grupo de estudos do setor elétrico. Canal Energia (2020). <https://www.canalenergia.com.br/artigos/53145329/panorama-futuro-de-gasodutos-e-o-gas-para-o-brasil>

IGU – International Gas Report – World LNG Report 2020. <https://www.igu.org/resources/2020-world-lng-report/>

Wartsila insights. Norrgard, J. – Land-based vs. Floating storage and regasification technology. www.wartsila.com

CEE – Center for Energy Economics. www.beg.utexas.edu

AGL – Fact Sheet Floating Storage and Regasification Units. <https://globallnghub.com/report-presentation/fact-sheet-floating-storage-and-regasification-units>

GIIGNL – The International Group of Liquefied Natural Gas Importers. <https://giignl.org/>

DOE – U.S. Department of Energy – Liquefied Natural Gas: Understanding the Basic Facts

(1) Artigo publicado na Agência CanalEnergia. Disponível em: <https://www.canalenergia.com.br/artigos/53170476/portos-de-energia-gnl> Acesso em 27 de abril de 2021.

(2) *Mauro Iwanow Cianciarullo é gerente de engenharia da Andrade Gutierrez*